

## Trabajo Fin de Grado

“Caracterización morfológica y evaluación  
fisicoquímica de diferentes accesiones de manzano  
recuperadas en zonas de montaña de Aragón”

Autor

Lourdes Castel Duaso

Directoras:

Dra. Pilar Errea Abad  
Dra. Ana Pina Sobrino

Ponente

Celia Montaner Otín

Facultad / Escuela Politécnica Superior de Huesca  
Año 2014



## Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de un modo u otro me han acompañado durante la realización de este proyecto:

En primer lugar a mis directoras de proyecto, las Dras. Pilar Errea Abad y Ana Pina Sobrino, gracias por confiar en mí y abrirme la puerta hacia el verdadero mundo de la investigación. He disfrutado muchísimo en la realización de este proyecto y no habría sido posible sin vuestra dirección, apoyo y disponibilidad durante todo este tiempo. Con vosotras el camino ha sido mucho más fácil y divertido.

Al Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), por permitirme utilizar sus instalaciones.

A Mayte Espiau por ayudarme siempre que me surgían dudas en los análisis de manzanas y por acompañarme en los viajes a Ligüerre. Gracias por guiarme en el comienzo de esta aventura.

A todo el personal de hortofruticultura y en especial a mis compañeros de laboratorio: Rosa, Quique, Olga, Pepe, J.Miguel y Teresa por su ayuda, su cariño y por hacerme pasar muy buenos momentos. Gracias a ellos, todo ha sido más fácil y ameno.

A mis padres y hermano por estar siempre ahí, por su comprensión y apoyo incondicional. Nunca pensé que aquellos injertos de vid, manzano y olivo me llevarían hasta este proyecto de recuperación de variedades autóctonas.

A mis amigos, por su interés y su amistad a pesar de no entender muy bien de que va el proyecto. Por esos buenos momentos vividos y por los que nos quedan.

A Juan A., por estar siempre a mi lado, con su infinita paciencia y comprensión. Por apoyarme durante los buenos y malos momentos y por seguir a mi lado en la próxima aventura.



## Resumen

Los recursos fitogenéticos constituyen un patrimonio de la humanidad de valor incalculable que deben ser conservados. Su pérdida representaría un proceso irreversible que supondría una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria de la población mundial.

Dentro de estos recursos fitogenéticos, se debe destacar por sus características la importancia del patrimonio frutal de zonas de montaña que fueron abandonadas, conllevando cambios sustanciales en el medio rural en lo que se refiere a tipos de cultivo y sistemas de producción. Lo que unido a las diferentes preferencias de los consumidores y del mercado, llevó a relegar al olvido o al cultivo marginal a estas especies anteriormente consideradas fundamentales.

Sin embargo, diversos estudios han vuelto a poner en valor el potencial de estas variedades autóctonas frente a otras más extendidas. Este hecho está haciendo que se pongan en marcha planes de recuperación de estas variedades tradicionales al objeto de estudiarlas exhaustivamente para conocer mejor sus características agronómicas y fisiológicas. De esta manera, se consigue preservar la riqueza y diversidad genética de las variedades autóctonas en zonas de montaña, además de fomentar una posible regeneración frutícola gracias al potencial de desarrollo inherente a estas especies.

Entre todas las especies estudiadas en zonas de montaña abandonadas en el territorio aragonés hay que destacar la manzana, por ser la especie tradicionalmente más importante en esta área geográfica, así como una de las que muestran un mayor rango de variabilidad fenotípica y de genotipos locales diferentes.

El objetivo de este proyecto ha sido el estudio de las características agronómicas y fisicoquímicas, de variedades de manzana recuperadas y conservadas en zonas de montaña de Aragón, con el fin de ofrecer productos diferenciados de calidad que puedan tener una parcela en un mercado específico. Para ello se han evaluado 56 accesiones de manzano preservadas en el banco de germoplasma de manzano del CITA y que, provienen de diferentes prospecciones realizadas en zonas de montaña de Aragón desde el año 2001, y otras 15 variedades de referencia empleadas con fines comparativos.

La caracterización agronómica se ha llevado a cabo siguiendo los descriptores cuantitativos y cualitativos propuestos por la UPOV para el fruto del manzano. De los resultados obtenidos se deduce que la variabilidad de las accesiones locales es mayor que las variedades de referencia, lo que sugiere que este material podría poseer características de gran interés potencial para incorporarlos en programas de mejora.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos mostraron un intervalo de variabilidad muy amplio para los valores de azúcares, oligoelementos y proteínas, siendo superior en la mayoría de los parámetros las variedades locales frente a las de referencia. Lo que pone de manifiesto la calidad organoléptica y nutricional de las variedades locales y su aptitud tanto para consumo en fresco como para la elaboración de sidra.



## Abstract

Plant genetic resources are a priceless heritage. The loss of genetic resources constitutes an irreversible process that could suppose a serious threat to the stability of ecosystems, agricultural development and food security of the world population.

Within the framework of these plants genetic resources it should be emphasized the importance of abandoned mountain areas fruit patrimony, leading to substantial changes in rural areas related to types of farming and production systems. This phenomenon along with the different consumer preferences and market led to consign to oblivion or marginal farming these species previously considered fundamental.

However, several studies have reestablished the potential of these autochthonous varieties over other more widespread ones. In this context, a lot of prospecting missions have been developed in order to recover these traditional varieties and to study them at both agronomic and physiological levels. In this way, it is possible to preserve the richness and genetic diversity of native varieties from mountain areas, as well as promoting a possible fruit regeneration thanks to potential development inherent to these species.

Among all species studied in abandoned mountain Aragonese territory, it should be highlighted the apple for being traditionally the most relevant species in this geographical area, as well as one of the species that showed an important range of phenotypic variability and number of autochthonous genotypes.

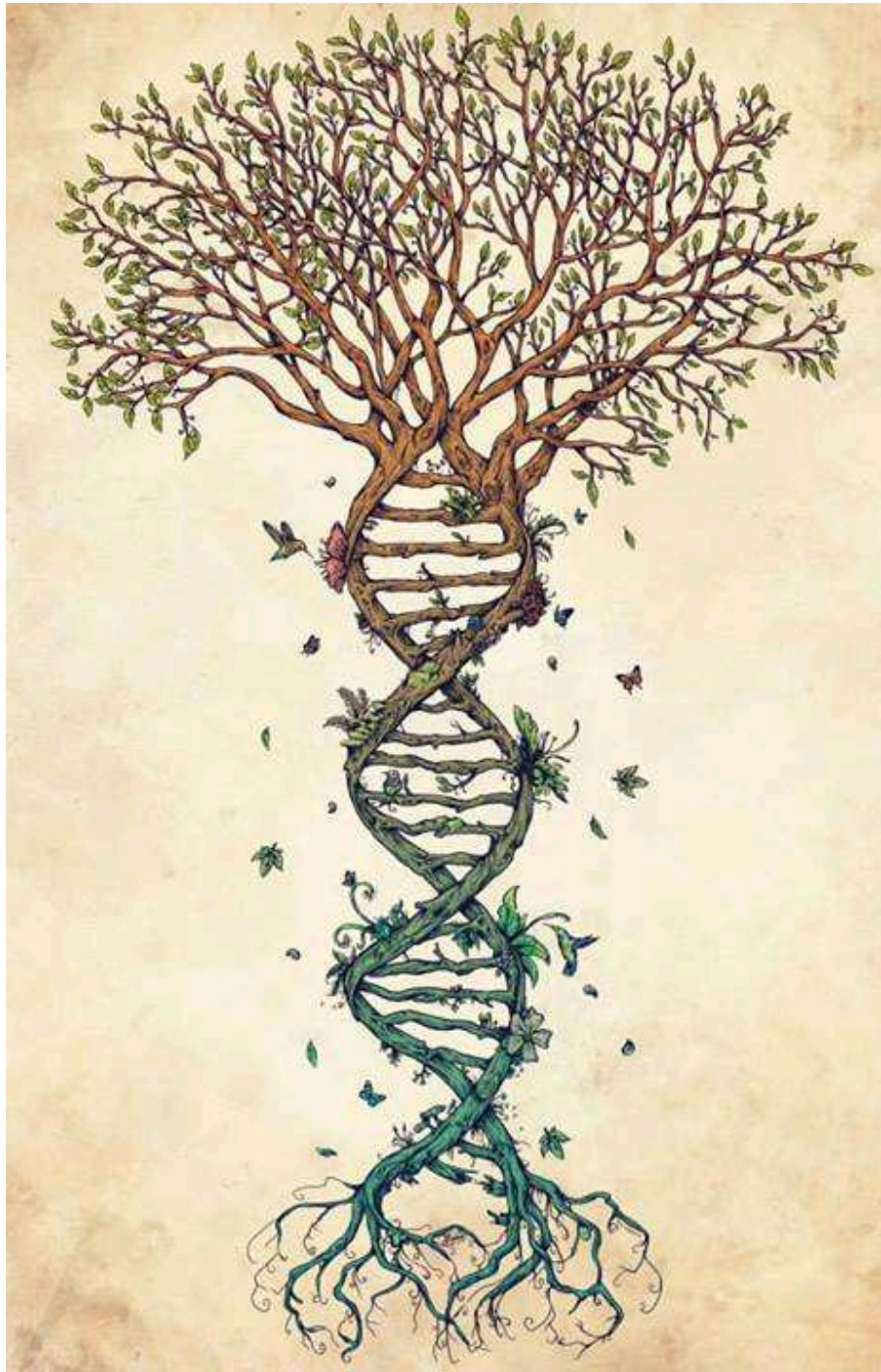
The objective of this project has been the study of the agronomic and physicochemical features of apple varieties recovered in mountain areas from Aragon. For this, it has been evaluated 56 apple accessions preserved in the CITA germplasm collection recovered from different prospecting missions in mountain areas of Aragon since 2001, as well as other 15 cultivars used as references for comparative purposes.

For agronomic characterization it has been used quantitative and qualitative descriptors proposed by UPOV. On the basis of the results obtained showed that the local accessions variability is greater than in the reference varieties studied which could suggest that this material could possess characters of great potential interest for incorporation into breeding programs.

The results of the physicochemical analysis showed a broad range of variability values for sugars, trace elements and proteins, being greater in most local varieties parameters in comparison with the reference ones. These results point out that the organoleptic and nutritional quality of local varieties and their suitability for both fresh consumption and for cider.







*La ciencia tiene las raíces amargas, pero muy dulces los frutos*

*Aristóteles*



## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1	El manzano .....	1
1.1.1.	Clasificación y características botánicas.....	1
1.1.2.	Requerimientos edafoclimáticos.....	2
1.1.3.	Origen del cultivo del manzano.....	3
1.2.	Situación actual del cultivo del manzano.....	4
1.2.1.	Situación Mundial y Europea. ....	4
1.2.2.	Situación en España. ....	6
1.2.3.	Situación en Aragón. ....	8
1.3.	Erosión genética en manzano. ....	11
1.3.1.	Origen de la variabilidad genética en manzano cultivado. ....	11
1.3.2.	Pérdida de variabilidad en manzano cultivado .....	12
1.4.	La fruticultura en zonas de montaña. ....	13
1.4.1.	Despoblación años 50 .....	13
1.4.2.	Recuperación de frutales en peligro de extinción .....	15
1.4.3.	Características que aportan las variedades autóctonas. ....	16
1.5.	Bancos de germoplasma .....	18
1.5.1.	Organizaciones implicadas en la conservación de germoplasma. ....	18
1.5.2.	Bancos de germoplasma de manzano.....	19
1.6.	Caracterización morfológica.....	20
1.6.1.	Descriptores de la UPOV .....	20
1.6.2.	Bioversity International (IPGRI).....	21
1.7.	Calidad organoléptica y nutricional. ....	22
1.7.1.	Compuestos nutricionales en manzana. ....	22
2.	OBJETIVOS .....	25
3.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	29
3.1.	Material vegetal disponible.....	31
3.2.	Toma de muestras.....	33
3.3.	Caracterización y evaluación pomológica. ....	34
3.3.1.	Toma de datos pomológicos para cada variedad. ....	34
3.3.2.	Parámetros analizados en el fruto. ....	35

3.3.3. Método estadístico .....	38
3.4. Evaluación de parámetros fisicoquímicos relacionados con la calidad del fruto. ....	39
3.4.1. Estudio de los sólidos solubles, acidez y pH de las variedades de manzano estudiadas .....	39
3.4.2. Estudio del contenido en azúcares, proteínas y oligoelementos de las variedades estudiadas. ....	40
3.4.2.1. Preparación de las muestras. ....	40
3.5. Análisis de conglomerados jerárquicos.....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1 CARACTERÍSTICAS POMOLÓGICAS CUALITATIVAS DEL FRUTO.....	47
4.1.1. Forma general del fruto UPOV (U-28).....	48
4.1.2. Descriptores de caracteres externos.....	48
4.1.3. Color de fondo. UPOV (U-35) .....	49
4.1.4. Descriptores relacionados con la chapa.....	50
4.1.5. Aspectos relacionados con el Russeting. ....	52
4.1.6. Descriptores relacionados con las lenticelas.....	52
4.1.7. Descriptores relacionados con de la parte interna del fruto. ....	53
4.2. CARACTERÍSTICAS POMOLÓGICAS CUANTITATIVAS DEL FRUTO.....	55
4.2.1. Descriptores relacionados con las dimensiones externas del fruto.....	55
4.2.2. Longitud y grosor del pedúnculo UPOV (U-46, U-47) .....	56
4.2.3. Descriptores relacionados con las dimensiones internas del fruto. ....	56
4.2.4. Firmeza de la pulpa UPOV (U-52).....	57
4.2.5. Época de cosecha UPOV (U-56).....	58
4.2.6. Madurez de consumo UPOV (U-57) .....	60
4.2.7. Conservación. ....	61
4.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL FRUTO. ....	63
4.3.1. Estudio de los sólidos solubles, acidez y pH de las variedades de manzano estudiadas .....	63
4.3.2. Estudio del contenido en azúcares, proteínas y oligoelementos (Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio y Sodio) de las variedades analizadas. ....	64
4.3.3. Número de clases (NC) de cada carácter para las accesiones locales y las variedades comerciales de referencia. ....	67
4.4. ACCESIONES DESTACABLES .....	71
4.5. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS JERÁRQUICOS. ....	72
5. CONCLUSIONES .....	75

6. BIBLIOGRAFÍA .....	79
7. ANEXOS .....	87
7.1. ANEXO I .....	89
FICHA DE EVALUACIÓN DE CARÁCTERES .....	89
7.2 ANEXO II .....	93
DATOS CUALITATIVOS DE VARIEDADES LOCALES .....	93
7.3. ANEXO III .....	99
DATOS CUALITATIVOS DE VARIEDADES DE REFERENCIA .....	99
7.4 ANEXO IV .....	103
DATOS CUANTITATIVOS DE VARIEDADES LOCALES .....	103
7.5 ANEXO V .....	109
DATOS CUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE REFERENCIA .....	109
7.6 ANEXO VI .....	113
DATOS DEL VALORÍMETRO CORRESPONDIENTES A VARIEDADES LOCALES .....	113
7.7 ANEXO VII .....	117
DATOS DEL VALORÍMETRO CORRESPONDIENTES A VARIEDADES DE REFERENCIA .....	117
7.8 ANEXO VIII .....	121
DATOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE VARIEDADES LOCALES .....	121
7.9 ANEXO IX .....	129
DATOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE VARIEDADES DE REFERENCIA .....	129

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Fuente: FAOSTAT <a href="http://faostat.fao.org/site/613/DesktopDefault.aspx?PageID=613#ancor">http://faostat.fao.org/site/613/DesktopDefault.aspx?PageID=613#ancor</a> .....	4
<b>Figura 2:</b> Fuente: FAOSTAT ( <a href="http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx">http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx</a> ) .....	5
<b>Figura 4:</b> En España la producción de manzana se sitúa mayoritariamente en zonas de llanura, principalmente del Valle del Ebro. ....	8
<b>Figura 6:</b> Ejemplar de manzano autóctono perteneciente al municipio del Sobrarbe (Huesca).12	
<b>Figura 7:</b> Evolución de la densidad demográfica en algunas comarcas de montaña española (1900-1980), (Lasanta y Errea, 2001). ....	14
<b>Figura 8:</b> Evolución de la población del Sobrarbe de los años 1900 a 2001. ....	14
<b>Figura 9:</b> Parcela experimental de accesiones locales perteneciente al CITA, situada en Ligüerre (Huesca).....	19
<b>Figura 10:</b> Modelo de ficha de accesión (Anexo I). ....	35
<b>Figura 11:</b> Aparatos del CITA para evaluar diferentes parámetros A)Calibre digital, B)Penetrómetro C)Valorador. ....	39
<b>Figura 12:</b> Cromatograma de líquidos de alta eficiencia (HPLC).....	41
<b>Figura 13:</b> Pictograma de la cromatografía de azúcares.....	41
<b>Figura 14:</b> Valorador de nitrógeno.....	42
<b>Figura 15:</b> Espectro de emisión atómica en plasma de acoplamiento inductivo y de visión radial modelo ICP .....	42
<b>Figura 16:</b> Porcentaje (%) de accesiones que determinan la forma general de los frutos de manzano analizados respecto al descriptor UPOV (U-28). ....	48
<b>Figura 17:</b> Accesiones con alto contenido en cera.....	49
<b>Figura 18:</b> Porcentaje (%) de colores de fondo de los frutos de manzano analizados respecto al descriptor UPOV (U-35).....	50
<b>Figura 19:</b> Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función del color de la pulpa.....	53
<b>Figura 20:</b> A) Clasificación de la apertura del ojo en: cerrado, algo abierto y abierto B) clasificación de la apertura de los lóculos: Cerrados, parcialmente abiertos y abiertos.....	54
<b>Figura 21:</b> Clasificación de la posición del diámetro máximo: Hacia el cáliz, en el medio y hacia el pedúnculo.....	54
<b>Figura 22:</b> Esquema sobre como tomar las medidas de los descriptores de la UPOV para los caracteres: profundidad cavidad peduncular (U-48), anchura de la cavidad peduncular (U-49), profundidad cavidad ocular (U-50) y anchura de la cavidad ocular (U-51). ....	57
<b>Figura 23:</b> Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función de la época de cosecha respecto a Golden Delicious.....	59
<b>Figura 24:</b> Clasificación de la madurez del consumo. Porcentaje (%) de accesiones que están en cada nivel. ....	60
<b>Figura 25:</b> Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función de su tiempo de conservación en las 65 accesiones evaluadas. ....	61
<b>Figura 26:</b> Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función del contenido en ácido málico (g/l). ....	63

## INDICE DE TABLAS

**Tabla 1:** Fuente ARAGON.ES:

[http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03\\_Estadisticas\\_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03_Estadisticas_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD) ..... 9

**Tabla 2:** Fuente:

[http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03\\_Estadisticas\\_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03_Estadisticas_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD) ..... 10

**Tabla 3:** Bancos con germoplasma de manzano en España. .... 19

**Tabla 4:** Estimación de los componentes en 100 gramos de pulpa fresca de manzano (Carrera, 1999): ..... 23

**Tabla 5:** Variedades de referencia (comerciales) analizadas pertenecientes al Banco de Germoplasma del CITA. .... 31

**Tabla 6:** Código, origen, comarca, parcela y coordenadas en la que actualmente se encuentra el origen del conjunto de accesiones que han sobrevivido en las condiciones de montaña de Aragón pertenecientes al Banco de Germoplasma del CITA. .... 32

**Tabla 7:** Descriptores y clasificación de los caracteres cualitativos analizados en el fruto del manzano según la UPOV. .... 36

**Tabla 8:** Descriptores y clasificación de los caracteres cuantitativos analizados en el fruto del manzano según la UPOV. .... 37

**Tabla 9:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con el acostillado (U-29), coronado del extremo calicino (U-30), pruina de la epidermis (U-33) y cera de la epidermis (U-34). .... 49

**Tabla 10:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con la chapa y la anchura de las estrías. .... 51

**Tabla 11:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con el russeting. .... 52

**Tabla 12:** Porcentaje (%) de accesiones que presentan descriptores relacionados con las lenticelas ..... 52

**Tabla 13:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con la apertura del ojo, apertura de lóculos (U-54), posición del diámetro máximo y longitud del sépalo (U-32). .... 53

**Tabla 14:** Porcentaje (%) de accesiones para los descriptores: Tamaño (U-24), altura (U-25), diámetro (U-26) y relación altura / diámetro (U-27). .... 55

**Tabla 15:** Porcentaje (%) de accesiones para los descriptores relacionados con la longitud del pedúnculo (U-46) y grosor del pedúnculo (U-47). .... 56

**Tabla 16:** Porcentaje (%) de accesiones para los descriptores relacionados con la profundidad de la cavidad peduncular (U-48), anchura de la cavidad peduncular (U-49), profundidad del ojo (U-50), anchura de la cavidad del ojo (U-51) y tamaño del ojo. .... 56

**Tabla 17:** Porcentaje (%) de accesiones para el descriptor relacionado con la firmeza de la pulpa UPOV (U-52). .... 58

**Tabla 18:** Calendario de madurez de consumo (U-57) y tiempo de conservación de las variedades estudiadas del Banco de Germoplasma del CITA, en el interior de cada rectángulo se indica el tiempo de conservación (1: mala, 2: buena, 3: excelente). .... 62

**Tabla 19:** Valores medios extremos de parámetros de calidad observados en las accesiones de montaña y variedades comerciales evaluadas..... 64

**Tabla 20:** Valores extremos de parámetros de calidad y coeficiente de variación intervarietal (%) observados en las accesiones de montaña y variedades comerciales evaluadas. .... 65

<b>Tabla 21:</b> Cálculo del número de clases (CN), para algunos descriptores cuantitativos de las accesiones (locales, y comerciales) y los descriptores UPOV estudiados.....	69
<b>Tabla 22:</b> Accesiones que destacan por valores extremos en uno o varios caracteres cuantitativos de fruto.....	71
<b>Tabla22:</b> Dendrograma de asociación de 15 variedades de manzano comerciales y 56 accesiones locales con base a 32 variables cuantitativas y cualitativas estudiadas del fruto....	73
locales con base a 32 variables cuantitativas y cualitativas del fruto.....	73



## **1. INTRODUCCIÓN GENERAL**



# 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

## 1.1 El manzano

### 1.1.1. Clasificación y características botánicas.

El manzano, denominado de forma general como *Malus x Domestica* pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia pomoideas, género *Malus*, en el cual se han reconocido hasta 78 especies primarias (Phipps *et al.*, 1990).

Las variedades de manzano forman dos grupos cromosómicos, pueden ser diploides ( $2n = 34$  cromosomas) donde el polen y los óvulos están perfectamente constituidos, presentando una meiosis adecuada y un poder germinativo del polen elevado. También pueden ser triploides ( $3n = 51$  cromosomas) en este caso, la constitución del polen y de los óvulos no es la adecuada, siendo la meiosis irregular, el poder germinativo es bajo (entre el 5% y el 10%) y las variedades tienden a tener frutos con pocas semillas y se caen fácilmente (Ctifl, 2002).

Se trata de árboles y arbustos generalmente de hoja caduca, con una altura entre 1.5 y 7 metros (dependiendo del patrón) y un ancho en la base de 1 a 4.5 metros (Jackson, 2003). Bajo condiciones naturales su copa varía de una forma redonda hasta una piramidal. La corteza es escamosa cubierta de lenticelas, en las zonas viejas del árbol la corteza es de color gris parduzco mientras que en las ramas más jóvenes es de color verde ceniciento (Coque *et al.*, 1996). Sus ramas no presentan espinas.

Las yemas son ovoides con varias escamas imbricadas; las reproductivas son mixtas terminales insertadas sobre dardos y lamburdas en la mayoría de las variedades, y también brindillas. Las yemas mixtas contienen de 5 a 8 flores y un número similar de hojas, donde la flor central en la mayoría de los casos es más grande y precoz que las laterales. (Jackson, 2003).

El manzano tiene los brotes cortos, de los que salen hojas con nervios alternos bien desarrollados. Presenta hojas simples o pinnadas, aserradas o lobuladas, de color verde e intenso en el haz, mientras que por el envés el color se torna más claro y son pubescentes. Su peciolo suele tener una longitud equivalente a la mitad de la del limbo.

Posee estípulas plegadas o convultas. La inflorescencia es un corimbo que contiene de 8 a 11 flores hermafroditas con una fuerte tendencia a la alogamia (Ctifl, 2002). Una flor contiene 5 sépalos, 5 pétalos suborbiculares o trasovados que van del color blanco a rosa o carmín, de 15 a 50 estambres con anteras amarillas dispuestos en 3 franjas, que se insertan en la parte alta del pistilo, el cual se divide en 5 estilos unidos en su base (Westwood, 1982). El ovario tiene cinco lóculos, cada uno de ellos suele albergar uno o dos óvulos, por lo que el número máximo de semillas presentes en una manzana es de diez, aunque hay variedades que pueden llegar a tener treinta semillas (Jackson, 2003). El hipanto y el gineceo permanecen

fusionados para formar un ovario ínfero el cual se desarrolla en un fruto carnoso e indehisciente.

La floración tiene lugar en primavera, generalmente de Abril a Mayo, las manzanas más precoces maduran en Junio, existiendo especies que mantienen el fruto durante la mayor parte del invierno. Se puede decir que el manzano es autoincompatible y de polinización entomófila, siendo las abejas las representantes del 60-95% de la fauna polinizadora.

El fruto es un pomo sin células pétreas con cáliz persistente o caduco (Luby *et al.*, 2001). Su forma es oblonga, cónica u oblicua, presentando un diámetro entre 2 a 13 cm, con una amplia diversidad de tonalidades desde verdes a amarillas y rojas (Ryugo, 1993). Su zona central está dividida en cinco partes una por cada carpelo. En esta zona central se encuentran las semillas, casi siempre de color marrón oscuro, protegidas por paredes de consistencia coriácea.

El pedúnculo es de longitud variable, adherente y a veces está inserto en una depresión. El cáliz es persistente y forma el ojo, colocado igualmente en una depresión más o menos regular y profunda (Coutanceau, 1971).

El número de manzanas que existen en el árbol influye en el calibre de los frutos, ya que para conseguir un calibre adecuado, lo importante es el grado de división celular, el cual ocurre durante las primeras semanas tras el cuajado. De aquí la importancia de la poda para eliminar las yemas de flor. El aclareo es esencial en el caso de cosechas abundantes. Mejora el tamaño de los frutos, su calidad y su sabor, y evita que las ramas se rompan.

Según la localización del cultivar, la maduración varía mucho desde 70 días a más de 180 (Westwood, 1993). Es necesaria una correcta iluminación para tener una adecuada función fotosintética y así obtener frutos de buen tamaño (Coque *et al.*, 1996).

### ***1.1.2. Requerimientos edafoclimáticos***

El manzano es una de las especies frutales menos exigentes en cuanto a suelo y clima.

Se cultiva en numerosas latitudes, principalmente en climas templados. La principal limitación para el cultivo del manzano en comarcas meridionales es el requerimiento de horas frío, por encima de las 1.000 horas frío (en función de las variedades). Presenta una temperatura mínima de crecimiento de 7°C y una máxima de 35°C, con un óptimo de crecimiento entre 18°C y 24°C.

Aunque resiste muy bien el frío invernal, sus flores son sensibles a las heladas tardías primaverales. Soporta temperaturas inferiores a los -10 °C, aunque al descender por debajo de los -15 °C pueden perderse algunas yemas florales. Sin embargo, es el estado de cuajado y fruto pequeño el más crítico, en el que no se soportan temperaturas menores de -2°C.

La utilización de riego anti-heladas u otros sistemas de protección son habituales en aquellas zonas con elevado riesgo. El viento es un factor negativo en el momento de la floración y durante la maduración de las manzanas. Lo esencial es que el emplazamiento sea soleado y protegido.

En las exposiciones sur y sureste, la gran intensidad luminosa puede producir frutos vítreos y los grandes calores favorecen el oscurecimiento interno, la escaldadura superficial o los golpes de sol.

El manzano precisa terrenos bien drenados y aireados, con humedad suficiente en los períodos críticos de la floración y de rápido crecimiento. La amplia gama de patrones o portainjertos favorece su plantación en numerosos suelos, aunque prefiere los silíceo-arcillosos, no salinos, bien drenados y con un contenido en cal activa inferior al 10%. La pluviometría anual media suficiente para el cultivo del manzano, se cuantifica en unos 1000 mm. El pH más favorable oscila entre el valor 5.5 y 6.5 pero el manzano puede desarrollarse en terrenos con pH comprendido entre 4 (valor mínimo) y 8.5 (valor máximo) (Álvarez, 1988).

### ***1.1.3. Origen del cultivo del manzano***

Todavía no se conoce con certeza cuál es el origen del manzano. En su formación habrían contribuido principalmente especies procedentes del Este-Asiático, Oriente asiático, Cáucaso, Europa y el Norte de América (Höfer *et al.*, 2013).

Según Vavilov (1930), los centros de origen del manzano estaban comprendidos en la zona de los Balcanes y Asia. Vavilov, mencionó tres especies diferentes de *Malus* sobre las 80 especies y géneros de Linneo acerca de árboles frutales y arbustos silvestres que se encuentran en las principales zonas del Cáucaso: *Malus communis* Desf., *M. sylvestris* Mill. y *M. paradisiaca* Med. La especie de *Malus* predominante en el centro del Cáucaso fue descrita por primera vez por Uglitzkikh como *Malus orientalis* (Ûzencuk, 1939). En Langenfelds (1991) *M. orientalis* fue descrita en dos subespecies, ssp. *orientalis* (var. *orientalis* y var. *Montana*) y ssp. *turkmenorum*. Diversos estudios afirman que las tres especies primarias de *Malus* son: *M. sieversii* (Ledeb.) Roem., *M. orientalis* y *M. sylvestris* (L.) Mill (Forsline *et al.*, 2003).

La manzana cultivada (*Malus domestica* Borkh) no es un simple grupo taxonómico. La teoría más reciente, se basa en la morfología y la evidencia molecular considerando *M. sirvesii* (Lebed.), como el principal ancestro salvaje de *Malus domestica* (Harris *et al.*, 2002; Robinson *et al.*, 2001) y *M. orientalis* como una especie de menor importancia (Hokanson *et al.*, 1997; Gharghani *et al.*, 2009).

Aunque el verdadero origen de las manzanas cultivadas sigue siendo muy polémico, es importante tener en cuenta que el cultivo de la manzana se extendió muy temprano hacia el oeste, para después extenderse hacia el norte a lo largo de las diversas ramas de la ruta de la seda (Ponomarenko, 1987). En cualquier caso el manzano cultivado es de origen híbrido englobando a varias especies del género *Malus* y de ahí su denominación de *Malus x domestica*, Borkh (Korban y Skirvin, 1983).

## 1.2. Situación actual del cultivo del manzano.

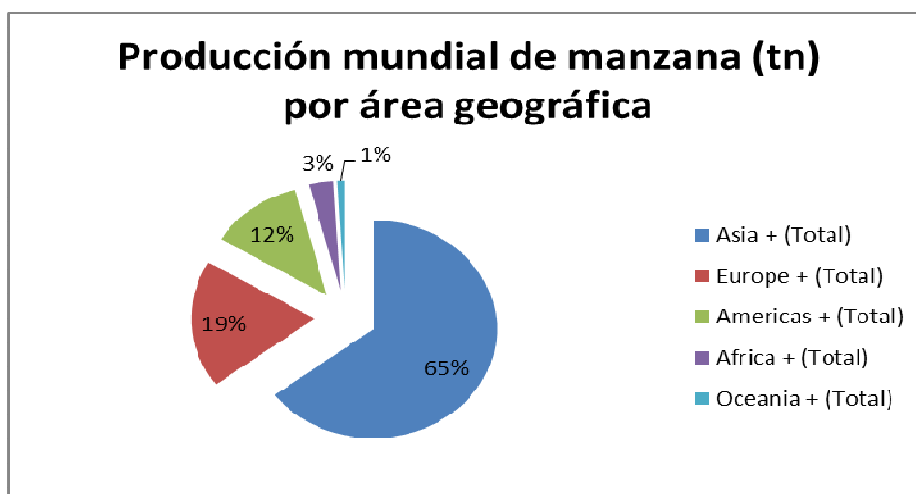
A nivel mundial el manzano es el segundo cultivo frutal más importante en lo referente a producción y el quinto en superficie cultivada (FAO 2014). En la actualidad se dispone de una amplia gama de variedades en los circuitos comerciales que permiten cubrir las diferentes épocas de recolección, aportando una gran diversidad de gustos y coloraciones adaptados a las exigencias de los consumidores. Se han obtenido variedades resistentes a diversas enfermedades como por ejemplo al moteado, algunas de las cuales están empezando a comercializarse. A pesar de tener gran diversidad de variedades de manzano, es un número muy reducido de variedades las que se han difundido a escala mundial (Castellarnau, 2002).

El hecho de que el manzano sea una especie ampliamente cultivada puede deberse a:

- El manzano es un árbol frutal que se adapta tanto a zonas cálidas y secas como a zonas frescas y húmedas resistiendo muy bien las bajas temperaturas.
- Es una fruta con alto valor terapéutico y alimentario.
- Se puede transformar en diversos productos muy demandados por el mercado sin perder calidad. Además presenta buena aptitud para el transporte a larga distancia favoreciendo la exportación y la importación.

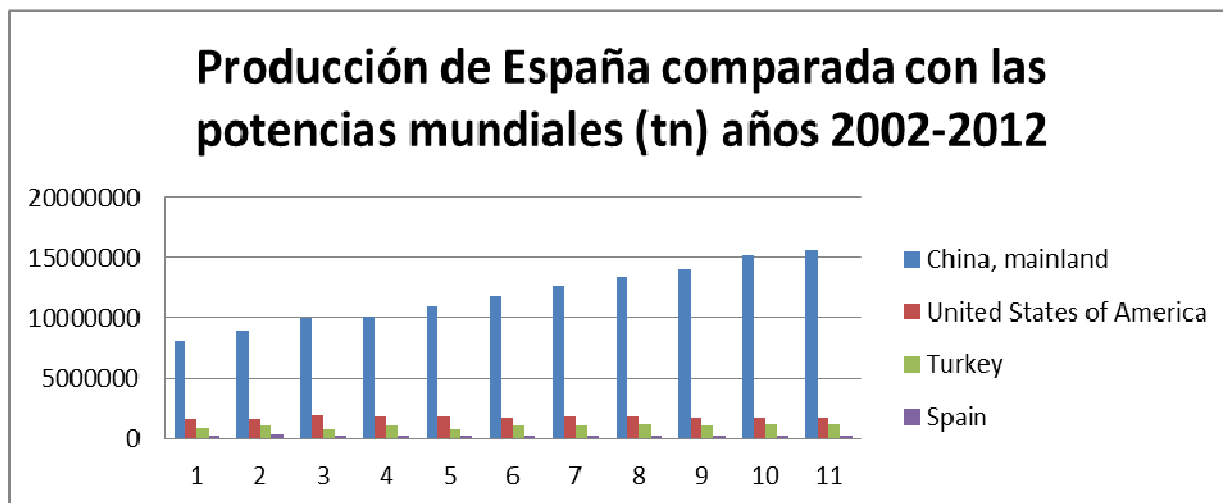
### 1.2.1. Situación Mundial y Europea.

A nivel mundial y Europeo, Asia es el continente que mayor número de toneladas de manzana produce con un 65%, siendo China el país que más produce, más de la mitad de la producción mundial. Europa es la segunda área geográfica más productiva, con un 19% de la producción total, siendo Francia el país de la Unión Europea el principal productor seguido de Italia. (Figura.1)



**Figura 1:** Fuente: FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/613/DesktopDefault.aspx?PageID=613#ancor>

Según los datos obtenidos de la FAO, si analizamos la producción media de manzano de la década 2002-2012, (Figura 2), se puede observar que España está muy por debajo de la producción de los países que más producen ya que el mayor productor mundial de manzanas es China, encontrándose en segundo lugar Estados Unidos, en tercer lugar Turquía y en el puesto número 17 se encuentra España.



**Figura 2:** Fuente: FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>)

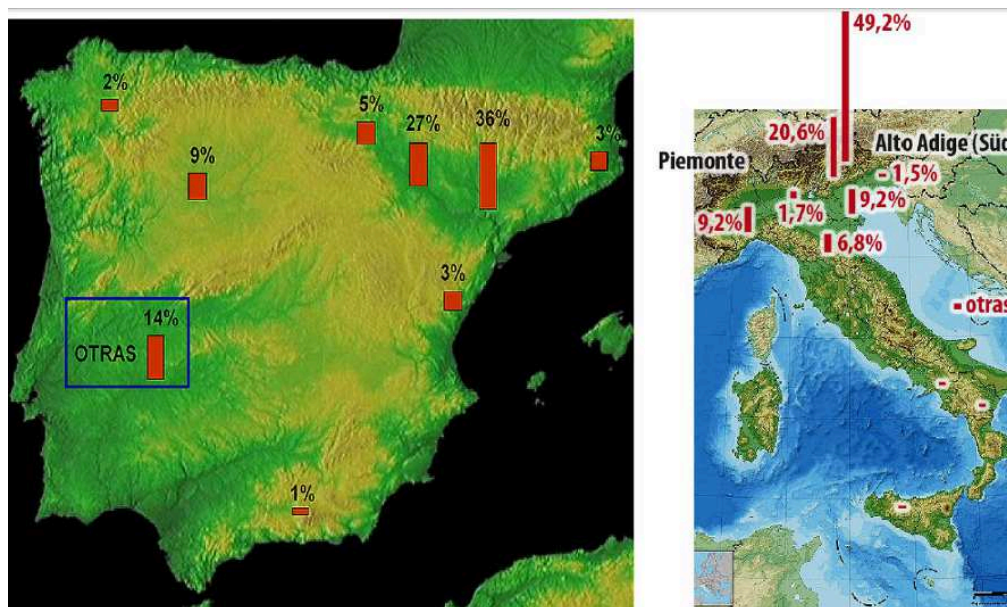
Como ya se ha comentado, a nivel europeo destacan Italia y Francia como productores de manzana, pero a diferencia de España, en estos países, la mayor parte de la producción tiene lugar en zonas de montaña y media montaña.

Por ejemplo en Italia, el 80% de la producción de manzana tiene lugar en zonas de montaña y media montaña de las regiones de SúdTyrol, y el Trentino donde se producen las variedades de Marlene y Val Venosta.

Mientras que en Francia, hay 7.800 ha de manzano en la zona de montaña de los Altos Alpes, 3.000 ha en zona de media montaña en Périgord-Limousin donde se cultiva principalmente la variedad "Golden". La principal región productora junto con la del Tarn et Garonne es el Departamento de Val de Loira, situado a mayor latitud.

Lo expuesto anteriormente, evidencia que el cultivo de manzana de calidad diferenciada, en particular 'Golden', necesita ser cultivado en climas suaves de montaña, media montaña o situados a mayor latitud, lo que permite mejorar la firmeza, el color y la calidad de las variedades cultivadas (Iglesias, 2012).

Los datos expuestos (figura 5) muestran la diferencia existente en la actualidad en la localización y estructura productiva del manzano en España en comparación de Italia y Francia. A nivel de España, se han realizado en los últimos años diversas plantaciones comerciales de manzano en altura en Sierra Nevada (Granada), el Burgo de Osma (Soria) y Calatayud (Zaragoza), entre otras. La mayoría están situadas en alturas próximas a los 700 m de altitud, con el objeto de obtener una manzana de mayor calidad.



**Figura 5:** Comparación de la ubicación de las zonas productoras de manzana en España e Italia en 2010. Se observa que en España se sitúan principalmente en el Valle del Ebro (color verde) mientras que en Italia se encuentran en las zonas de montaña alpinas (color marrón).

### 1.2.2. Situación en España.

El sector de la fruta dulce realiza una aportación a la Producción Final Agrícola del 31%, siendo el subsector que más aporta, a pesar de la reducida extensión que ocupa en relación a otros cultivos (Bernardo et al., 2009).

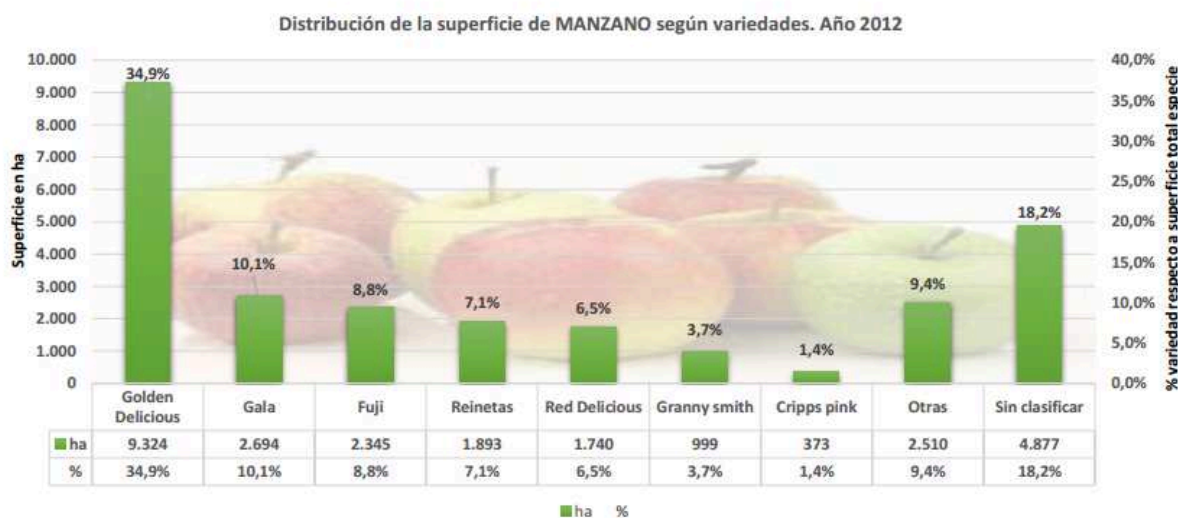
Dentro de la fruta dulce, la manzana de mesa es la especie más cultivada, siendo el Valle del Ebro la principal zona productora, por lo que Aragón y Cataluña son dos de las regiones españolas más productoras, junto con Navarra, La Rioja, Castilla y León y la Comunidad Valenciana. La cornisa cantábrica, es la mayor productora de sidra (Bernardo *et al.*, 2009).

La concentración del cultivo del manzano en un número reducido de variedades ha sido muy acusada a nivel mundial y sobre todo en España, puesto que en la última década aproximadamente el 90% de la producción se ha centrado sólo en cinco grupos varietales ('Golden', 'Gala', 'Red Delicious', 'Reineta' y 'Fuji'). El que se concentre el cultivo en las



variedades más productivas, nos da una idea de la pérdida de variabilidad de esta fruta, pues se está tendiendo a la desaparición de cierta cantidad de cultivares, que podrían solucionar futuros problemas a largo plazo.

Según el Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (figura 3), el grupo varietal más importante en cuanto a superficie y consumo en España es 'Golden', con un 34.9% de la superficie, aunque en los últimos años ha sufrido un retroceso, junto con el grupo de las 'Red Delicious'. Mientras que 'Gala', 'Fuji' han aumentado su producción. Este retroceso del grupo 'Golden' es consecuencia a que la calidad obtenida no es competitiva con las variedades importadas de zonas de montaña o media montaña de Francia e Italia.



**Figura 3:** Fuente MAGRAMA.

<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticasagrarias/Manzano.A%C3%B1o2012>

Como ya se ha mencionado, por comunidades autónomas, la mayor productora de manzana es Cataluña con 10.807 hectáreas seguida de Aragón con 4.753 hectáreas según datos del MAGRAMA 2014.

La producción de manzana tiene lugar mayoritariamente en zonas de llanura (figura 4), que se caracterizan por sus elevadas temperaturas y baja humedad ambiental en el período estival, condiciones climáticas a las que el manzano no presenta una buena adaptación, lo cual no es extraño debido a que su origen se remonta a las montañas caucásicas con suaves temperaturas y alta humedad ambiental. Condiciones en las que el árbol no dispone ni requiere de un sistema de control de la transpiración eficiente como puede ser el caso de otras especies originarias del clima mediterráneo como el olivo o el almendro. Por tanto, en las zonas donde mayoritariamente se cultiva, el árbol está sometido a un estrés que genera el progresivo cierre de los estomas para reducir la pérdida de agua por transpiración como consecuencia de las altas temperaturas.

Este cierre estomático conlleva una serie de consecuencias adversas en las variedades cultivadas en climas cálidos, excepto las de recolección tardía (temperaturas previas a la

recolección propias de climas más frescos) como 'Pink Lady', como pueden ser la ausencia de color en variedades rojas o bicolores ('Gala', 'Delicious', 'Jonagold', 'Fuji'...), la falta de firmeza en las del grupo 'Golden' y el incremento de las pérdidas por golpe de sol.

Todos estos factores limitantes provocan una pérdida de competitividad de la producción nacional de manzana frente a aquellas variedades cultivadas en climas más apropiados y frescos como Francia e Italia a nivel europeo o Chile, Brasil o Nueva Zelanda a nivel del hemisferio sur.



**Figura 4:** En España la producción de manzana se sitúa mayoritariamente en zonas de llanura, principalmente del Valle del Ebro.

### ***1.2.3. Situación en Aragón.***

Dentro de Aragón Teruel es la provincia que menos producción y superficie tiene dedicada al cultivo del manzano, frente a Zaragoza que es la provincia que mayor superficie y producción de manzanos presenta (2643 ha. y 506360 tn. de manzanas), seguida de Huesca que en el año 2012 produjo con 694 ha. de manzano 12525 tn. (tabla 1).

De la información anterior se deduce que las variedades de manzano de mesa son las más producidas. En este grupo entran las 'Galas' y otras del verano, 'Golden' y similares, 'Rojas americanas' y otras de otoño.

El hecho de que la segunda variedad más extensamente cultivada tanto a nivel mundial como en Aragón sea la 'Golden', es debido a la introducción de los patrones enanizantes, lo que ha producido una evolución hacia la intensificación de las plantaciones

usando sistemas de formación de diferentes modalidades de eje central, a los cuales esta variedad presenta una buena regularidad de las producciones y un buen comportamiento frente a las heladas primaverales (Iglesias *et al.*, 2007).

**Tabla 1:** Fuente ARAGON.ES:

[http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03\\_Estadisticas\\_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03_Estadisticas_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD)

	Huesca		Teruel		Zaragoza	
	Ha.	Tn.	Ha.	Tn.	Ha.	Tn.
<b>Manzano total</b>	694	12525	27	925	2643	50360
<b>Manzano de mesa</b>	450	8162			1928	36763
<b>Manzano Golden Delicious</b>	402	7285			1717	32734
<b>Otros manzanos de mesa</b>	48	877			211	4029
<b>Otros manzanos (incluye manzano de sidra)</b>	244	4363			715	13597

Se incluye un último grupo “otros manzanos incluyendo el de sidra” donde se incorporan aquellas variedades no reconocidas y patrones sin injertar y algunas variedades de sidra.

En la tabla 2 se muestra la evolución de la superficie de manzano en hectáreas, el número de toneladas producidas y la evolución de la manzana en miles de euros en el periodo 2001-2011 en Aragón.

**Tabla 2:** Fuente:

[http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03\\_Estadisticas\\_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03_Estadisticas_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD)



En las comarcas municipales de la Alta Ribagorza aragonesa y catalana se ha llevado a cabo el “proyecto de evaluación del potencial agronómico y de la calidad de diferentes variedades comerciales de la manzana y pera, así como de la recuperación y conservación de variedades autóctonas de dichas especies de las dos comarcas mencionadas”. Esta experiencia se llevó a cabo debido al impacto económico que la fruticultura de montaña tiene en diferentes países de Europa (Iglesias, 2012).

Los resultados mostraron las diferentes ventajas que supone la producción de manzana en zonas de montaña frente a zonas de llanura, y que pueden ayudar a la valorización del territorio por su asociación a productos de alta calidad y de proximidad, la diversificación de la actividad económica, la creación de empleo y la viabilidad de la inversión.

### 1.3. Erosión genética en manzano.

#### 1.3.1. Origen de la variabilidad genética en manzano cultivado.

La especie *Malus x domestica* al ser de origen híbrido, presenta gran variabilidad causada por los siguientes procesos (Royo, 2002):

a) **Cruzamientos intervarietales:** se refiere a los cruzamientos hechos por los agricultores a lo largo de la historia y también a los producidos de forma natural. Algunas variedades que se usan en la actualidad, también se han originado de este modo. Como ejemplo de cruzamiento dirigido estaría 'Elstar' ('Golden Delicious' x 'Ingrid Marie'), un ejemplo de especie de manzano obtenida de forma natural sería Yellow Bellflower (1895) (Royo *et al*, 2008).

b) **Mutaciones:** Son la principal causa de variación en la propagación asexual. Podemos definir el término mutación como cualquier cambio heredable en el material hereditario (ADN) el cual no podemos explicar ni por segregación ni por recombinación. Las mutaciones, más frecuentes en manzano son las que se producen de forma natural conocidas como espontáneas.

c) **Intogresión de genes:** Actualmente la mayoría de las nuevas variedades se obtienen hibridando mediante retrocruzamiento. Este método consiste en partir de una variedad (parental o recurrente) que representa la mayor parte del genoma deseable el cual se hibrida con otro (el donante) que aporta muy pocos genes de interés. Los cuales pueden proceder de especies cercanas o de germoplasma exótico. Este tipo de mejora no se puede realizar en manzano por los altos niveles de heterocigosis y por la depresión endogámica que muestra el manzano. La "intogresión" es el método usado para la mejora del manzano. Es una variante del retrocruzamiento ya que se usan como parentales recurrentes a un grupo de genotipos que son de gran interés, de esta forma se minimiza el efecto de la endogamia y se resuelve el problema de la incompatibilidad (Durham y Korban, 1994). Un ejemplo de este proceso serían las variedades resistentes al moteado tales como 'Froina-Querina', 'Prima' o 'Ariane'.

d) **Aloploidía:** La mayoría de los manzanos son considerados diploides funcionales ( $2n=34$ ). Un 10% de manzanos cultivados son triploides ( $3n=51$ ), se caracterizan por ser más vigorosos y dar frutos de peor calidad pero de mayor calibre. Según Cambra (1975) estas variedades también poseen polen de peor calidad por lo tanto son poco útiles como parentales para mejora, ya que sus semillas son escasas y se corre el riesgo de reproducir plantones muy débiles.

### ***1.3.2. Pérdida de variabilidad en manzano cultivado***

A principios del siglo XX tanto en España como en Europa, se cultivaban variedades de manzano locales tradicionales las cuales junto a las silvestres, representaban la diversidad genética del cultivo del manzano (Santesteban, 2009).

Las nuevas variedades americanas de manzana son introducidas en España y en el resto de Europa en los años 60, quedando atrás las variedades locales que se cultivaban en huertos familiares, siendo reemplazadas por plantaciones monovarietales o, como máximo, plantaciones con una variedad principal y otra polinizadora. Según los datos de la Secretaria General Técnica del Ministerio de Agricultura de 1969 las variedades españolas constituían el 45% de la producción final de manzana y las del grupo '*Delicious*' solo el 15%, mientras que en 1971, las españolas representaban sólo un 24,7% y las americanas ya alcanzaban el 60% de la producción total de manzana (Cambra, 1975).

Actualmente, hay un creciente interés en recuperar y mantener las variedades locales tradicionales antiguas (figura 6), ya que muchas de ellas están desapareciendo (Errea, 1994). Si bien estas variedades pueden adolecer de tener efectos de calibre pequeño, vecería o bajo rendimiento, presentan valores de gran importancia como son la adaptación al medio, la resistencia o tolerancia de enfermedades y la calidad organoléptica. La pérdida y el reemplazo de estas variedades locales por cultivares comerciales ha hecho perder irreversiblemente gran cantidad de material genético que portaban estas variedades y perder por lo tanto, variabilidad. Sin variabilidad no hay posibilidad de selección ni de mejora (Cubero, 1983). Esto ha llevado a considerar prioritario programas de recuperación de estas variedades que aún se encuentran en peligro de extinción.



**Figura 6:** Ejemplar de manzano autóctono perteneciente al municipio del Sobrarbe (Huesca).



## **1.4. La fruticultura en zonas de montaña.**

A lo largo del siglo XX la sociedad española ha ido evolucionando desde una sociedad rural basada en una agricultura de subsistencia a una sociedad urbana, industrializada y mecanizada.

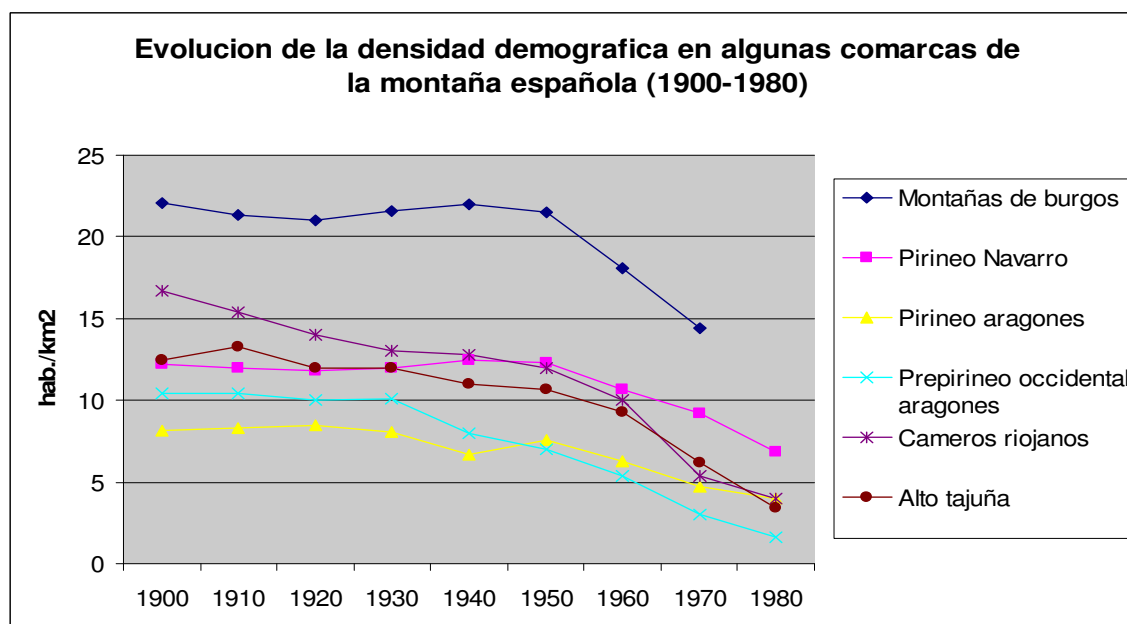
Esta evolución ha traído aparejados numerosos cambios en todos los ámbitos de la sociedad, entre ellos la pérdida irrecuperable de una parte importante del patrimonio hortofrutícola tradicional, lo que se denomina erosión del patrimonio frutal, como consecuencia fundamentalmente de la despoblación de los núcleos rurales y de la especialización en la producción de la agricultura remanente, que supone la sustitución de los cultivos tradicionales por otros cultivos mejorados procedentes de distintas fuentes, ninguna de ellas autóctona (García, 1988).

La agricultura tradicional se caracterizaba por ser prácticamente de subsistencia y autosuficiente, de manera que el agricultor utilizaba cualquier terreno disponible para aprovechar los recursos naturales de los que disponía, especialmente en los momentos de mayor presión demográfica. A pesar de no ser una agricultura rica y de grandes producciones, sí que era completa y diversificada, cultivándose distintos tipos de cereales, frutas, hortalizas, viñedos y cultivos forrajeros, con los que se abastecía a lo largo del año. Esta diversidad de cultivos, además de permitir al agricultor ser autosuficiente, demandaba un uso racional del suelo, en función del potencial edáfico e hídrico existente, así como de la mano de obra disponible, con el fin de obtener los mejores rendimientos sin agotar los recursos naturales. Se podría decir que la agricultura tradicional era una agricultura sostenible (Lasanta, 1990).

Como consecuencia de esto, era frecuente observar en las ordenanzas de los municipios pirenaicos la obligación de cultivar un huerto de todas las casas, de lo que resultaban huertos constituidos por una amplia gama de verduras, hortalizas y legumbres, limitados por hileras de árboles frutales. La disposición de estos últimos da idea del cuidado uso del suelo que se realizaba y rara vez ocupan parcelas completas, encontrándose diseminados en los márgenes de los campos, con la finalidad de aprovechar los posibles riegos de los cultivos sembrados, no dificultar las tareas de laboreo y no retrasar con su sombra el desarrollo de los cultivos. De esta manera, en estos sistemas agrícolas tradicionales se desarrollaron especies y variedades frutícolas durante décadas, bien adaptadas al medio y a las condiciones culturales y económicas de la época, generando un gran patrimonio genético vegetal frutal diversificado y de calidad.

### ***1.4.1. Despoblación años 50***

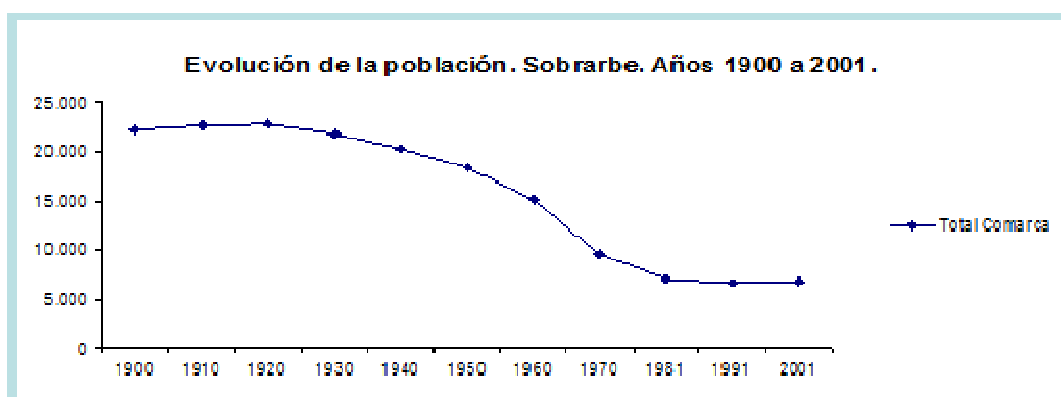
A pesar de que el proceso migratorio desde los núcleos rurales montañosos a los centros urbanos se inicia ya a mitades del siglo XIX, es durante las décadas de 1950 y 1960 (figura 7) cuando se acentúa sobremanera, alcanzando tasas migratorias muy elevadas, próximas al 75% de la población de principios de siglo XX.



**Figura 7:** Evolución de la densidad demográfica en algunas comarcas de montaña española (1900-1980), (Lasanta y Errea, 2001).

Una de las zonas españolas más afectadas por este fenómeno fue la provincia de Huesca, donde muchos de sus pueblos fueron completamente abandonados, lo que provocó que la superficie agrícola cultivada del Pirineo aragonés se redujera drásticamente, en torno al 70% (Figura 8).

Al mismo tiempo que se daba este fenómeno migratorio y de abandono de los núcleos rurales, se producía la modernización de los sistemas agrícolas primitivos, que tenía en la mecanización y la especialización de la producción sus pilares fundamentales. Además, con el fin de aumentar la productividad se introducen variedades mejoradas genéticamente. Todo ello, supone la sustitución de los cultivos tradicionales por otros mejorados de diversas procedencias y la rentabilización de las producciones.



**Figura 8:** Evolución de la población del Sobrarbe de los años 1900 a 2001.



Como consecuencia de estos dos fenómenos, el migratorio y la modernización de la agricultura, los habitantes de las montañas se encuentran en una situación de desigualdad ante los del llano, por lo que para contrarrestar la disminución demográfica sin reducir la producción se utilizan sistemas extensivos que disminuyan la inversión de trabajo e incrementen los rendimientos, y con el fin de aprovechar los espacios fértiles que admiten la mecanización se abandonan los pocos menos aptos para ello. Esto provoca que algunos de los cultivos tradicionales de la montaña dejen de tener sentido en un mercado competitivo abierto, además de que su producción y calidad pudiera ser más baja, de manera que se abandonan (Errea, 2007).

Actualmente, las tendencias frutícolas han vuelto a cambiar y difieren mucho de los objetivos de hace unas décadas, buscando unos sistemas sostenibles que garanticen la calidad de los alimentos y la adaptación de los diferentes cultivos al medio natural, características que cumplieran los frutales tradicionales, seleccionados durante generaciones y que se han cultivados durante años por determinadas características. De manera que dichos cultivos tradicionales pueden llegar a ser una fuente de materia prima importantísima para satisfacer estas nuevas “antiguas” tendencias y constituir un fondo genético de gran valor.

#### ***1.4.2. Recuperación de frutales en peligro de extinción***

Como hemos citado anteriormente, se pasó de los huertos familiares en los que había una gran cantidad de especies y variedades, a unas plantaciones de monocultivo, pasando la fruticultura a seguir un esquema de producción industrial, produciéndose una alarmante pérdida de material genético. A esta selección se le une la necesidad de conseguir a su vez, variedades que sean uniformes y productivas, sustituyendo a las variedades antiguas de la zona (Lasanta *et al.*, 2001)

Para evitar la desaparición de este material potencialmente interesante y con importante valor genético, tanto organismos nacionales como internacionales han puesto de manifiesto la necesidad de conservar, reproducir y clasificar parte del material existente en vías de desaparición. Además de la mera conservación de las variedades locales para futuras generaciones como parte de nuestra identidad cultural, la reunión y el estudio de esta diversidad genética de especies tradicionalmente cultivadas tiene un enorme potencial para recuperar el cultivo de especies o variedades tradicionales en el medio rural y explotar la variación conservada a través de procesos de selección y mejora genética, siendo las variedades locales la base para el desarrollo de nuevas variedades más productivas. De ahí que instituciones como la Unión Europea o la FAO las consideran como una pieza esencial en la seguridad alimentaria.

A esto se le añade el cada vez mayor interés en buscar una diversificación varietal que complemente el grupo de variedades tradicionales y que respondan a un conjunto de características que satisfagan a las exigencias de productores, comerciantes y consumidores (Errea, 2007), ya que a la hora de enfrentarse a posibles variaciones en el mercado actual, podrían encontrarse en las variedades autóctonas, soluciones que nos pudieran producir

aquello que el mercado exija en ese momento o también podrían albergar posibles soluciones a un problema futuro, en el caso de plagas y enfermedades. Estas variedades antiguas, son menos productivas, pero más adaptadas a cada zona y más heterogéneas y por lo tanto con mayor variabilidad intraespecífica (Jackson *et al.*, 1999)

Ya en los 50 y 60 se llevó a cabo una recolección de germoplasma frutal por parte del departamento de pomología de la estación experimental de Aula Dei en Zaragoza, dirigido por Joaquín Herrero, con el fin de elaborar la cartografía frutal de España, reuniéndose importantes y representativas colecciones varietales de los frutales de hueso y pepita. Por otro lado, problemas de diferente índole originaron el arranque de muchas de estas colecciones, pudiéndose en algún caso una pérdida irreparable (Cambra, 1975).

En 1994, el equipo del centro de recursos filogenéticos del INIA de Madrid realizó una campaña de prospección y recolección de especies hortícolas en el Pirineo oriental y occidental (Navarra y Cataluña), observando un fuerte proceso de erosión genética para esas zonas. Desde entonces han ido sucediéndose programas de recuperación de material vegetal en riesgo de extinción.

En el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) se inició hace 10 años, un programa de recuperación de variedades frutales tradicionales, con el objetivo de asegurar la supervivencia de los recursos filogenéticos y evitar la desaparición de este rico y diverso patrimonio (Pina *et al.*, 2009; Pina *et al.*, 2012).

Son muchos los emplazamientos de Aragón donde se localizan valiosos materiales vegetales mantenidos en cultivo por diversas características (figura 9). Sin embargo, el abandono de los huertos tradicionales, la falta de cuidados y la recolonización por parte de la vegetación natural, así como la finalización de la vida de los frutales han ocasionado la rápida desaparición de esta materia vegetal. Por todo ello, es prioritario conservar, reproducir y clasificar todo el material existente antes de que sea demasiado tarde y evitar de esta manera, la pérdida inminente de un material potencialmente interesante y utilizable en los sistemas agrícolas actuales.

La estrategia de recuperación de material vegetal se basa en la prospección y propagación de material frutal, en su caracterización pomológica y molecular y la evaluación del potencial agronómico del mismo. Una etapa fundamental del proceso de recuperación es la de ubicar todo el material existente en la geografía aragonesa.

### ***1.4.3. Características que aportan las variedades autóctonas.***

Diversos programas de mejora genética en manzano de considerable interés se están llevando a cabo en diferentes países como Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia, Alemania, Francia, Inglaterra, Suiza, Italia, y Japón entre otros. Los mejoradores cambian continuamente en función de las necesidades de los agricultores, del mercado y de los nuevos desafíos impuestos por el ambiente. Las variedades locales, poseen los genes o combinaciones génicas que nos solucionan los anteriores problemas o los que se vayan presentando (Iglesias,

2002). Generalmente, los programas de mejora genética están basados en la introgresión de genes desde especies de *Malus silvestres* en manzanos comerciales (*Malus X domestica*) (Cruz, 2003).

A continuación se citan algunas características que pueden aportar las variedades locales:

- **Resistencia a plagas y enfermedades:** actualmente cada vez hay más restricciones en el uso de fungicidas, lo que hace que haya mayor demanda de encontrar germoplasma que nos proporcione mayor diversidad y resistencia a insectos, enfermedades y nematodos (Iglesias *et al.*, 2007). La variabilidad es la que concede a las especies la capacidad de adaptarse a presiones cambiantes como las plagas y enfermedades. La ventaja de las plantaciones heterogéneas, es que aunque se produzcan daños sólo afectarán a una pequeña parte de la plantación ya que al existir pocos individuos de la misma variedad las posibilidades de propagación se reducen.

- **Moteado (*Venturia inaequalis*):** Se ha encontrado en *M. florivunda* el gen más usado para la resistencia al moteado en programas de mejora (Royo, 2002; Cruz, 2003).
- **Oídio (*Podosphaera leucotricha*):** En *M. robusta* se ha encontrado el gen de resistencia a esta enfermedad (Cruz, 2003).
- **Fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*):** *M. robusta* ha presentado un alto nivel de resistencia a la enfermedad. La variedad Scifresh, es la más plantada en Nueva Zelanda y está en fase de expansión en otros países por su excelente calidad gustativa y su resistencia al fuego bacteriano (Martínez *et al.*, 2009).

- **Adaptación a condiciones adversas ambientales como al calor, al frío, a la sequía y otras:** Debido al efecto invernadero y al cambio climático es necesario ir adaptando las variedades a estas nuevas condiciones (Iglesias, 2005).

- **Calidad organoléptica:** Aunque el mercado demanda productos homogéneos de fácil manejo y transporte generalmente para su proceso industrial, también existe paralelamente una demanda muy creciente de otro tipo de características distintas valoradas muy positivamente como pueden ser el aroma, el gusto... Es el caso de algunos cultivares tradicionales de manzanas que ofrecen aromas, sabores, formas o colores distintos a los estándares actuales. (Iglesias *et al.*, 2007).

- **Relacionados con las técnicas y los costos del cultivo:** Los costos del cultivo de las plantaciones son menores cuando las variedades son más resistentes a las plagas y a las enfermedades, además de adaptarse mejor a las técnicas de producción ecológica y de lucha integrada. Se han encontrado genes relacionados con los hábitos de crecimiento que regulan el crecimiento enanizante y compacto (Alson *et al.*, 2000).

- **Relacionados con la producción de fruta destinada a la industria de transformación:** En el caso de la industria de producción de sidra, un problema al que se enfrentan es la necesidad de recurrir a las manzanas de producción más abundantes, como la Golden, Starking, etc., para poder completar la producción, con la consiguiente pérdida de calidad del producto (Dapena,

1990). Las variedades locales pueden ser una alternativa que mejore la calidad del producto por sus características para esta determinada industria.

En manzano es necesario que se establezcan medidas encaminadas a dos objetivos: conservar las variedades antiguas y propiciar su salida al mercado.

## **1.5. Bancos de germoplasma**

El germoplasma se entiende como el conjunto de variabilidad genética que se puede encontrar en una especie, comprendido por los recursos fitogenéticos naturales, limitados y perecederos, que proporcionan la materia prima, o los genes, que debidamente usados y combinados por los mejoradores dan lugar a nuevas variedades (Esquinas-Alcazar, 1983). Podemos clasificar los recursos fitogenéticos en 3 grupos atendiendo a su origen:

- Variedades locales cuya distribución es más o menos amplia por el territorio.
- Variedades modernas enfocadas a la industrialización con alta capacidad productiva.
- Variedades silvestres de la especie cultivada y de otras especies generalmente próximas que han podido intercambiar genes con la cultivada.

Al conjunto de colecciones de recursos fitogenéticos se les denomina Bancos de germoplasma, en cuyas infraestructuras se conserva la diversidad genética bien en forma de semilla o en estado vegetativo durante largos periodos de tiempo. En estas colecciones deben estar incluidas las variedades autóctonas, algunas variedades mejoradas del propio país o importadas y las especies filogenéticamente próximas.

### ***1.5.1. Organizaciones implicadas en la conservación de germoplasma.***

Fue a mediados del s. XX cuando se tomó conciencia de la necesidad de preservar los recursos genéticos que estaban desapareciendo inexorablemente. Fue la FAO (Fundación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) la que impulsó las primeras iniciativas para la conservación de los recursos genéticos. Más tarde, apoyada por la ONU (Organización de las Naciones Unidas), IBPGR. (International Board for Plant Genetic Resources), el IPGRI (International Board for Plant Genetic Resources) y la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) se ha ido avanzando hacia la organización de un sistema mundial para la conservación y utilización de los recursos genéticos.

En España, la iniciativa más importante es el Programa de Conservación y Utilización de los recursos genéticos, creado en 1993 y que es gestionado por INIA (Instituto Nacional de Investigación Agroalimentaria).

La finalidad de este programa es la siguiente:

- Evitar la pérdida de diversidad genética de las especies, variedades y ecotipos vegetales autóctonos y cultivares en desuso.
- Evaluar y documentar el material obtenido para facilitar su uso en programas de mejora.

### ***1.5.2. Bancos de germoplasma de manzano***

En España los Bancos de germoplasma de manzano se encuentran en el Norte Peninsular y más concretamente en la cornisa cantábrica, donde podemos encontrar la mayor diversidad genética de manzano (tabla 3).

**Tabla 3:** Bancos con germoplasma de manzano en España.

<b>Región</b>	<b>Centro</b>	<b>Nº accesiones</b>
Aragón	CITA	183
A Coruña	Xunta de Galicia. Conselleria de Política Agroalimentaria e desenvolvemento Rural. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAMLCO)	407
Asturias	Servicio Regional de investigación y desarrollo Agroalimentario (SERIDA)	800
Lleida	Generalitat de Catalunya. Universitat de Lleida. Escola Tecnica Superior d'Enginyeria Agraria (BGUDL)	113
Navarra	Gobierno de Navarra. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnico Superior de Ingenieros Agrónomos. (ETSIAN)	282
Zaragoza	Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estación Experimental de Aula Dei (EEAD)	54



**Figura 9:** Parcela experimental de accesiones locales perteneciente al CITA, situada en Ligüerre (Huesca)

En Aragón, desde el CITA, se colabora con diversos agricultores en diversos proyectos (figura 9) para recuperar las variedades tradicionales locales con el objetivo de darlas a conocer y evitar que desaparezcan. Por otro lado se intenta promover las variedades locales de fruta como promotoras del desarrollo rural.

## **1.6. Caracterización morfológica**

Los descriptores se usan para clasificar correctamente los recursos fitogenéticos de los Bancos de Germoplasma. Cada especie tiene unos descriptores específicos. Los caracteres realmente útiles son aquellos que pueden ser vistos a simple vista, se transmiten fácilmente, tienen alto valor taxonómico y agronómico, se pueden aplicar a pequeñas muestras y permiten diferenciar una variedad de otra (UPOV, 2014).

El método que se emplee para la identificación de los caracteres debe ser estable, de forma que se manifiesten de la misma forma independientemente del medio donde se desarrolle la planta o la edad de la misma, del patrón injertado, de la técnica cultural, etc. (Royo *et al.*, 1994). En este trabajo se han estudiado caracteres morfológicos y fisicoquímicos.

Los caracteres morfológicos presentan gran interés y son los únicos reconocidos por el Reglamento Técnico de Control y Certificación de plantas de vivero de frutales pero hay que tener en cuenta que presentan ciertas desventajas frente a la identificación molecular:

- Se necesita un gran número de variedades de referencia donde se puedan comparar en condiciones ambientales similares.
- El proceso de identificación es muy largo ya que es necesario observar flores y frutos.
- Las condiciones ambientales y de la planta influyen en exceso de los caracteres fenotípicos.
- En ocasiones, diferencias agronómicas de gran interés no se corresponden con suficientes diferencias fenotípicas para poder distinguir con seguridad (Royo *et al.*, 1994).

Para la caracterización morfológica del manzano, se han utilizado los descriptores UPOV y Bioversity International (IBPGR).

### ***1.6.1. Descriptores de la UPOV***

La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) es una organización intergubernamental con sede en Ginebra (Suiza). La UPOV fue constituida en 1961 por el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales ("Convenio de la UPOV").

La misión de la UPOV es proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales con miras al desarrollo de obtenciones vegetales en beneficio de la sociedad.

El Convenio de la UPOV es el fundamento en que se apoyan los miembros para fomentar el fitomejoramiento mediante la concesión, a los obtentores de variedades vegetales, de un derecho de propiedad intelectual: el derecho de obtentor. Actualmente, forman parte de esta organización 71 países.

Para manzano el descriptor UPOV empleado es el TG 014, formado por 47 caracteres la mayoría relativos al fruto.

### ***1.6.2. Bioversity International (IPGRI).***

Con la finalidad de evitar la pérdida de biodiversidad de los cultivos nace International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) el cual fue establecido en 1974 por el Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). Su misión fue la de coordinar un programa internacional de recursos genéticos de forma que se organizaran misiones de colecta de los mismos y se construyeran y expandieran los bancos de genes regional e internacionalmente. La FAO actuó como secretaría de la IBPGR (Biodiversity International).

Investigadores de todo el mundo, prepararon descriptores que sirvieran como base a futuros trabajos de documentación y evaluación de variedades. En estos descriptores se encontraban datos de recolección, localización de la variedad, resistencia a plagas y enfermedades. Concretamente para manzano el descriptor fue escrito en 1982 (Jaramillo, 2000).

En 2006, el IPGRI y la Red internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP) se unieron y formaron Bioversity International.

Bioversity se concentra en 6 áreas de enfoque para lograr el objetivo de garantizar que tanto individuos como instituciones sean capaces de hacer un uso razonable de diversidad biológica agrícola. Las áreas de enfoque son las siguientes:

- Desarrollo de estrategias de colaboración mundial con la finalidad de conservar y utilizar los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura.
- Control de la situación y las tendencias de la diversidad útil, incluyendo la localización de la diversidad in situ y de la erosión genética.
- Mejora de la conservación ex situ y el uso de la diversidad de especies útiles, Conservando y haciendo un uso sostenible de especies silvestres.
- Gestionar la biodiversidad agrícola para una mejor nutrición, mejorar los medios de vida y sistemas de producción sostenibles para los pobres.

## **1.7. Calidad organoléptica y nutricional.**

En los últimos años, el interés de los principales agentes implicados en el ciclo de la manzana (productores, distribuidores y consumidores) se ha encaminado hacia la búsqueda de la calidad del producto. Con este fin, se divide el estudio de la calidad de un producto vegetal en cuatro componentes principales, de los que en este trabajo se han estudiado dos:

- *Calidad organoléptica o sensorial*: se encuentran la apariencia (tamaño, color, forma, defectos, etc.), la textura (firmeza, jugosidad, fibrosidad, etc.) y el flavor (sabor y aromas) (Bruhn *et al.*, 1991).

- *Calidad nutricional*: Abarca todos los componentes nutritivos de la fruta como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. La calidad nutricional está relacionada con la capacidad de los alimentos de proporcionar elementos nutritivos que favorezcan una buena salud y que eviten la aparición de enfermedades (Cámara, 2006), por lo que se puede decir que es igual a la suma del valor alimenticio y del valor terapéutico del producto vegetal. Estas dos características han sido las protagonistas de las campañas publicitarias sobre las manzanas en los últimos tiempos responsables del aumento del consumo de manzanas en Europa (Bernardo *et al.*, 2009).

Dentro de la calidad nutricional hay que destacar la presencia de sustancias antioxidantes, que juegan un papel de protección frente a enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Lee, 2007). Así, los antioxidantes derivados de las plantas, como la vitamina E, vitamina C y polifenoles se están convirtiendo, poco a poco, en importantes factores de la dieta humana (Lule y Xia, 2005).

Por otra parte, los productos vegetales alimenticios, contienen vitaminas naturales, que cubren las necesidades del organismo mejor que las vitaminas sintéticas a pesar de que estas últimas tengan una función similar. Por lo que conviene tomar en cada comida alimentos frescos (frutas, ensaladas, zumos naturales...) para aportar al organismo la cantidad de vitaminas, sustancias minerales y sustancias celulósicas necesarias para la digestión.

La composición alimenticia y analítica de la manzana, como en el resto de los frutales, podrá variar en función de las diferentes variedades existentes.

### ***1.7.1. Compuestos nutricionales en manzana.***

Desde el punto de vista nutricional, las frutas son productos ricos en agua, pobres en proteínas (1-3%) y lípidos (entre 0,1 y 0,2%, excepto en aguacates, olivas y frutos secos) y con un amplio rango de valores en lo que a carbohidratos se refiere, que suelen situarse entre el 10% y el 25%. Además, son ricos en micronutrientes: vitaminas (particularmente vitamina C) y minerales (Knee, 2002).



La manzana, además de ser un alimento muy agradable, se recomienda desde el punto de vista médico para combatir el reumatismo, la gota, la obesidad, la hipertensión arterial, y como preventivo contra el infarto de miocardio. Por otra parte, también puede considerarse como un auténtico y útil medicamento, siendo especialmente recomendable para quienes trabajan con sustancias tóxicas y para los fumadores (Álvarez, 1988).

La manzana muestra diferencias entre la pulpa y la piel. La piel es rica en catequinas, procianidinas, phloridizin y esterres de los ácidos hidroxycinámicos entre otros compuestos. Además, contiene glucósidos flavonoides adicionales, como la quercetina y cianidinas. La quercetina contribuye a evitar el depósito de colesterol en las arterias y su estrechamiento.

Así mismo contienen sales minerales, fósforo, calcio, magnesio, hierro, cobre y manganeso, así como distintas vitaminas; aunque su contenido en vitamina A es pobre, abunda la vitamina B<sub>1</sub> (an eurina), la C (ácido ascórbico), la B<sub>2</sub> (riboflavina), la PP o ácido nicotínico (la piel contiene más del doble que la pulpa), el ácido pantoténico, y la vitamina H (biotina). En la tabla.4, se muestran la medida de los diferentes componentes para 100 gramos de pulpa fresca.

**Tabla4:** Estimación de los componentes en 100 gramos de pulpa fresca de manzano (Carrera, 1999):

Agua: 84	Cenizas: 0,3 (K; Ca; Mg; S; P; ...)
Glúcidos: 14	glucosa+ fructosa: 7-12 sacarosa: 2-6 almidón: 0 en el fruto maduro celulosa: 0,9
Sorbitol	
Pectinas y protopectinas: 0,4	
Ácidos orgánicos: 1,5	(Ácidos málico, cítrico, fumárico, mercúrico, clorogénico, sitimico, ácidos cetónicos, etc.).
Fenoles diversos: 0,3 - 0,5	(Ácido paracumarilquinico, paracumaril-glucosa, epicatéquina, leucoantocianos, floruzina, antocianos...) flavonoles, ac.clorogénico.
Lignina: 0,4	
Pigmentos no fenólicos: carotenoides, clorofilas.	
Lípidos: 0,2 (glicéricos, fosfolípidos, etc.)	Constituyentes de ceras: parafinas, alcoholes, ácidos e hidroxiaácidos.
Prótidos: aminoácidos libres (licina, triptófano, asparagina, etc.)	
Constituyentes volátiles (aroma): alcoholes (etanol, butanol, hexanol...)	esteres (acetato de butilo, de hexilo, butirato de butilo, etc.)
Vitaminas: aneurina 70 µg; riboflavina 25 µg.	
Ácido ascórbico: 0,002 - 0,050	
Reguladores de crecimiento (sobre todo en las semillas)	
Gases: CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , etc.	

Como se puede apreciar, debido a las sustancias antioxidantes existentes en su composición, las manzanas se recomiendan especialmente en dietas encaminadas a la prevención de riesgos vasculares, enfermedades degenerativas y cáncer. Dentro de los antioxidantes existentes se pueden destacar los compuestos polifenólicos que presentan un rango de contenido fenólico entre 110 y 357 mg por cada 100 g. de manzana fresca.

Dentro de su composición también hay que destacar la pectina, que es una fibra soluble que ayuda a reducir los niveles de colesterol y a combatir la diabetes. El consumo de 2 a 3 manzanas diarias, reduce el colesterol debido a que a nivel intestinal se absorben las sales biliares, que son materia prima para la formación del colesterol.

Para identificar los azúcares de la fruta de manera individual es necesario utilizar cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), que ha sido el método utilizado en este trabajo. Otra metodología que se puede usar es la cromatografía de gases (GC), que requiere haber obtenido previamente derivados volátiles.

En lo que se refiere a la estimación del contenido de azúcares, la medida del contenido en sólidos solubles (SSC) es un parámetro muy utilizado, debido a la rapidez y sencillez de su medida dando el contenido de azúcares totales (Dirlewanger *et al.*, 1999; Gurrieri *et al.*, 2001; Ledbetter *et al.*, 2006).

Los principales responsables de la acidez del fruto son los ácidos orgánicos (Bassi y Selli, 1990), e intervienen, junto con los azúcares, en la percepción del dulzor y el aroma de la manzana. La acidez es, junto con el dulzor, uno de los principales responsables del sabor de los frutos y de la aceptación del consumidor (Colaric *et al.*, 2005).

## **2. OBJETIVOS**



## 2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es clasificar morfológicamente y evaluar la calidad de 71 accesiones de manzano de las cuales 56 han sido prospectadas en zonas de montaña de Aragón y las 15 restantes pertenecen a variedades de referencia. Todas forman parte del Banco de germoplasma del CITA. Para alcanzar este objetivo general se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- a) Caracterización y evaluación pomológica de cultivares locales y comerciales.
- b) Evaluación de parámetros fisicoquímicos de cultivares locales y comerciales.



### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**





### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Material vegetal disponible

El material vegetal analizado para realizar este proyecto pertenece al banco de germoplasma del CITA e incluye variedades de referencia (comerciales) y accesiones prospectadas en zonas de montaña de Aragón.

- Variedades de referencia (comerciales): se analizaron 15 variedades de referencia (tabla 5).
- Variedades locales: 56 accesiones de manzano pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Aragón recuperadas y conservadas en base a su riesgo de desaparición y localizadas en zonas de montaña abandonadas (tabla 6).

El material vegetal recuperado corresponde a variedades que se han conservado en climas de montaña, por lo tanto están expuestas a una mayor radiación y altitud, resisten las heladas, están adaptadas a unas condiciones particulares en muchos casos extremas al frío, resisten enfermedades y han sobrevivido con falta de cuidados. Las accesiones locales incluidas en este estudio se han caracterizado molecularmente en Pina *et al.*, 2014.

**Tabla5:** Variedades de referencia (comerciales) analizadas pertenecientes al Banco de Germoplasma del CITA.

Variedad	Parcela
Akane	P. colección Cita
Cox's	P. colección Cita
Elstar	P. colección Cita
Fuji 4113	P. colección Cita
Fuji 4165	P. colección Cita
Gala	P. colección Cita
Golden Delicious	P. colección Cita
Granny Smith	P. colección Cita
Idared	P. colección Cita
Mackintosh	P. colección Cita
Melrose	P. colección Cita
Pink Lady	P. colección Cita
Reineta	P. colección Cita
Reinta Gris	P. colección Cita
Verde Doncella	P. colección Cita

**Tabla 6:** Código, origen, comarca, parcela y coordenadas en la que actualmente se encuentra el origen del conjunto de accesiones que han sobrevivido en las condiciones de montaña de Aragón pertenecientes al Banco de Germoplasma del CITA.

Código	Origen	Comarca	Parcela	LAT(N)	LONG (W)	ALT (m)
MA-058	Aínsa	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.41	0.14	580
MA-100	Cenarbe	Jacetania (HU)	Ligüerre	42.66	-0.51	1240
MA-105	Sahún	Ribagorza (HU)	Ligüerre	42.58	0.47	1135
MA-107	Sahún	Ribagorza (HU)	Ligüerre	42.58	0.47	1135
MA-108	Sahún	Ribagorza (HU)	Ligüerre	42.58	0.47	1135
MA-109	Sahún	Ribagorza (HU)	Ligüerre	42.58	0.47	1135
MA-110	Sahún	Ribagorza (HU)	Ligüerre	42.58	0.47	1135
MA-115	Sahún	Ribagorza (HU)	Ligüerre	42.58	0.47	1135
MA-140	Daroca	Campo de Daroca (Z)	CITA	41.11	-1.41	797
MA-141	Daroca	Campo de Daroca (Z)	CITA	41.11	-1.41	797
MA-143	Daroca	Campo de Daroca (Z)	CITA	41.11	-1.41	797
MA-144	Daroca	Campo de Daroca (Z)	Ligüerre	41.11	-1.41	797
MA-145	Daroca	Campo de Daroca (Z)	Ligüerre	41.11	-1.41	797
MA-146	Daroca	Campo de Daroca (Z)	CITA	41.11	-1.41	797
MA-147	Daroca	Campo de Daroca (Z)	CITA	41.11	-1.41	797
MA-149	Daroca	Campo de Daroca (Z)	Ligüerre	41.11	-1.41	797
MA-156	Laguarta	Alto Gállego (HU)	Ligüerre	42.41	-0.11	1154
MA-163	Aínsa	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.41	0.14	580
MA-166	Aínsa	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.41	0.14	580
MA-171	El Frago	Cinco Villas (Z)	CITA	42.27	-0.92	629
MA-182	Aínsa	Sobrarbe (Z)	Ligüerre	42.41	0.14	580
MA-192	Coscojuela	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.37	0.14	998
MA-193	Aínsa	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.43	0.12	580
MA-195	Aínsa	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.41	0.14	580
MA-199	Escoain	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42,60	0,13	1200
MA-200	El Frago	Cinco Villas (Z)	Ligüerre	42.27	-0.92	629
MA-201	El Frago	Cinco Villas (Z)	CITA	42.27	-0.92	629
MA-215	Poo (AS)	Municipio de Cabrales (AS)	CITA	43,42	-4,78	180
MA-221	Poo (AS)	Municipio de Cabrales (AS)	CITA	43,42	-4,78	180
MA-224	Tramacastilla	Sierra de Albarracín (TE)	Ligüerre	40.43	-1.56	1260
MA-225	Tramacastilla	Sierra de Albarracín (TE)	Ligüerre	40.43	-1.56	1260
MA-231	Albarracin	Sierra de Albarracín (TE)	Ligüerre	40.41	-1.44	1171
MA-232	Torres Albarra.	Sierra de Albarracín (TE)	Ligüerre	40.13	-1.53	1171
MA-233	Torres Albarra.	Sierra de Albarracín (TE)	Ligüerre	40.43	-1.53	1237
MA-239	Guadalaviar	Sierra de Albarracín (TE)	Ligüerre	40.39	-1.73	1519
MA-242	Sta Eulalia	Hoya de Huesca (HU)	Ligüerre	42.21	-0.30	867
MA-245	Barcabo	Sobrarbe (HU)	CITA	42.24	0.07	713
MA-245	Barcabo	Sobrarbe (HU)	Ligüerre	42.24	0.07	713
MA-246	Bertoz	Betorz (HU)	CITA	42.26	0.02	1000
MA-247	Castillazuelo	Somontano de Barbastro (HU)	Ligüerre	42.07	0.06	368
MA-248	Castillazuelo	Somontano de Barbastro (HU)	Ligüerre	42.07	0.06	368
MA-249	Castillazuelo	Somontano de Barbastro (HU)	Ligüerre	42.07	0.07	368

MA-251	Daroca	Campo de Daroca (Z)	CITA	41.11	-1.41	797
MA-253	Isarre	Jacetania (HU)	Ligüerre	42.24	-0.29	718
MA-255	Vadiello	Jacetania (HU)	Ligüerre	42.24	-0.28	604
MA-256	Vadiello Crtra adelante	Jacetania (HU)	Ligüerre	42.24	-0.28	604
MA-257	Vadiello Presa	Jacetania (HU)	Ligüerre	42.24	-0.28	604
MA-267	Yosa de Sobremonte	Alto Gállego (HU)	Ligüerre	42.62	-0.36	1210
MA-279	Agorreta	Pirineo occidental (NA)	Ligüerre	42.95	-1.48	595
MA-280	Novalés	Hoya de Huesca (HU)	CITA	42.03	-0.29	464
MA-281	Novalés	Hoya de Huesca (HU)	CITA	42.03	-0.29	464
MA-295	Javiere del Obispo	Alto Gállego (HU)	Ligüerre	42.54	-0.32	878
MA-298	Susin	Alto Gállego (HU)	Ligüerre	42.56	-0.30	1065

*\*Las variedades: "MA-215", "MA-221" y "MA-279" se incluyeron en el estudio aunque no pertenecen a Aragón, porque se encontraban en unas condiciones de clima, latitud, y altitud muy similares a las que se han estudiado.*

Las variedades que están tanto en la parcela del CITA como en Ligüerre han sido injertadas sobre patrón MM106, estando un año en vivero antes de trasplantarse a parcela. Las características más destacables de este portainjertos son:

MM106 Es un patrón de vigor medio y con buena eficiencia en la entrada en producción y alta productividad. Da buen anclaje, se adapta a distintos suelos y climas y además resiste bien la sequía y las bajas temperaturas, aunque muestra sensibilidad a Phytophthora.

### 3.2. Toma de muestras.

Las muestras se localizaban en tres fincas experimentales, dos de las cuales están situadas en el CITA (Zaragoza) de 0.65 ha cada una y la tercera en Ligüerre de Cinca (Huesca) de 1 ha. En todas las plantaciones hay variedades locales recuperadas de Aragón, a excepción de una parcela del Cita denominada "parcela colección", en la cual se cultivan variedades comerciales que son de referencia.

Las fincas del CITA se riegan a manta y el terreno de Ligüerre tiene instalado el riego por goteo suministrándole el agua con la ayuda de una bomba. El suelo es adecuado para que se desarrolle adecuadamente el cultivo ya que se usaban como campos de cereal anteriormente.

La recogida de muestras se realizó durante el periodo Junio – Diciembre del 2013, y se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Cada semana se visitaron las fincas experimentales y se observó de forma visual como avanzaba la maduración.
- Las accesiones que mostraban síntomas de madurez se palpaban y se comprobaba la firmeza de la pulpa con el penetrómetro. Las que daban valores inferiores a 7 ó organolépticamente resultaban agradables al gusto se recolectaron haciendo dos lotes:

- El primer lote estaba compuesto por 15 muestras, las cuales se destinaron a los análisis de caracterización pomológica y a los análisis fisicoquímicos.
- El segundo lote estaba compuesto por unos 50 frutos, los cuales se colocaron en unas barquillas etiquetadas con el nombre de la accesión, la fecha de recolección y la finca de la que procedían para evaluar la capacidad de conservación.

### **3.3. Caracterización y evaluación pomológica.**

La caracterización pomológica de las variedades recuperadas y las variedades comerciales pertenecientes al banco de germoplasma del CITA se ha basado en una descripción morfológica, adaptada a los descriptores definidos para cada especie por organismos internacionales (UPOV e IPGRI). Además se ha evaluado algún descriptor que se consideraba importante por el equipo del CITA.

También se ha evaluado la capacidad de almacenamiento y conservación a temperatura ambiente de los distintos genotipos. Se recogieron 50 frutos por árbol, se almacenaron a temperatura controlada 8°C - 5°C y se evaluó su capacidad de almacenaje valorando de 0 (mal conservadas) a 5 (excelente conservación).

Por último, se realizaron determinaciones de parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, sólidos solubles) y bioquímicos (azúcares, proteínas y oligoelementos).

#### ***3.3.1. Toma de datos pomológicos para cada variedad.***

Para cada accesión de la que se tomaron muestras se ha realizado:

- Una ficha en la que se incluye: nombre de la variedad, fecha de recolección, fecha de toma de datos, observador, parcela donde fueron recogidos los frutos, número de frutos que se recolectaron en total, época de cosecha (en el caso de que los frutos hayan sido recolectados con antelación) y descriptores evaluados de los frutos (figura 10, anexo 1).
- Se congeló una parte de las muestras para posteriores estudios (no incluidos en este proyecto) tanto de piel como de pulpa y 100 ml de jugo de cada lote de accesiones, estando compuesto cada lote por un conjunto de 10 manzanas de la misma accesión.

FICHA FRUTO MANZANO BIOVERSITY → CITA (Aragón) →

VARIEDAD: \_\_\_\_\_ Fecha de recolección: \_\_\_\_\_ Fecha de datos: \_\_\_\_\_  
 Observador: \_\_\_\_\_ Parcela: \_\_\_\_\_ Toma de datos: \_\_\_\_\_  
 Época cosecha: \_\_\_\_\_ nº de frutos: \_\_\_\_\_ Peso total: \_\_\_\_\_ Peso medio (g): \_\_\_\_\_  
 Salto de sección (Continúa)

U-24 Fruto: Tamaño peso en gramos

U-25 Fruto: altura a altura en mm

U-26 Fruto: Diámetro diámetro en mm

U-27 Relación altura diámetro diámetro vertical en mm

U-29 Fruto: Acortado: 1. Ausente o débil; 2. Moderado; 3. Fuerte (VER INDICADORES)

U-30 Fruto: Corono del extremo callos: 1. Ausente o débil; 2. Moderado; 3. Fuerte (VER INDICADORES)

U-33 Fruto: Pruna de la epidermis: 1. Ausente o débil; 2. Moderado; 3. Fuerte (VER INDICADORES)

U-34 Fruto: Cera de la epidermis: 1. Ausente o débil; 2. Moderado; 3. Fuerte

U-35 Fruto: Color de fondo (VER IMÁGENES)  
 1. No visible; 2. Amarillo claro; 3. Amarillo; 4. Verde blanco; 5. Verde verde; 6. Verde

U-36 Fruto: Zona relativa de color de superficie (chapa)  
 1. Ausente o muy pequeña; 2. dos colores (plano o redondo); 3. >40% (VER INDICADORES)

U-37 Fruto: Tipo color superficial (chapa)  
 1. Rojo; 2. Rosa; 3. Naranja; 4. Naranja; 5. Verde rojo; (VER INDICADORES)

U-38 Fruto: Intensidad del color superficial (chapa): 1. Clara; 2. Media; 3. Oscura

U-39 Fruto: Distribución del color superficial (chapa)  
 1. Placa continua; 2. Placa extendida; 3. Rayado; 4. Cerdado o rizado; (VER INDICADORES)

U-40 Fruto: Anchura de nervios: 1. Ausente; 2. Media; 3. Oscura

U-41 Fruto: Ranzamiento alrededor de la base pedúnculo: 1. <10% 2. 10-20% 3. >20%

U-42 Fruto: Ranzamiento en la cara: 1. <10% 2. 10-20% 3. >20%

U-43 Fruto: Ranzamiento alrededor de la cavidad ocular: 1. <10% 2. 10-20% 3. >20%

U-44 Fruto: Número de lenticelas: 1. Bajo; 2. Medio; 3. Alto (VER INDICADORES)

U-45 Fruto: Tamaño de lenticela: 1. Pequeña; 2. Media; 3. Grande (Color núcleo de lenticela)

U-52 Fruto: Firmeza pulpa: 1. Firme; 2. Media; 3. Blanda (VER INDICADORES)

U-53 Fruto: Color pulpa  
 1. Blanco; 2. Crema; 3. Amarillento; 4. Verde; 5. Rojo; 6. Negro (VER INDICADORES)

U-58 Fruto: Forma general (VER INDICADORES)

U-61 Fruto: Estado del ojo: 1. Aperturado; 2. Cerrado; 3. Algo abierto; 4. Abierto

U-62 Fruto: Longitud del ojo: 1. Corto; 2. Medio; 3. Largo (anillo medio aperturado)

U-65 Fruto: Longitud pedúnculo: Longitud en mm

U-67 Fruto: Grosor pedúnculo: Grosor en mm (zona media)

U-68 Fruto: Profundidad Cavidad Pedúnculo: Profundidad en mm (C=1)

U-69 Fruto: Anchura Cavidad Pedúnculo: Anchura en mm (A=1)

U-70 Fruto: Profundidad ojo: Profundidad en mm (A=1)

U-71 Fruto: Anchura cavidad ojo: Anchura en mm (A=1)

U-74 Fruto: Apertura lenticela: 1. Cerrada; 2. Parcialmente abierta; 3. Abierta (VER INDICADORES)

Posición del pedúnculo: 1. Hacia el tallo; 2. En el medio; 3. Hacia el pedúnculo

Aspecto: 1. Conservado; 2. Sin conservar

OBSERVACIONES

Figura 10: Modelo de ficha de accesión (Anexo I).

### 3.3.2. Parámetros analizados en el fruto.

El estudio se realizó sobre 10 frutos de cada variedad, cuando los frutos más expuestos a la radiación presentaban una firmeza de pulpa aproximadamente entre 5 y 7 kg.

En algunas variedades, debido a la escasez de frutos, se tomaron menos muestras. De las que existía suficiente cantidad, se colocaron en las cámaras frigoríficas del CITA para evaluar su capacidad de conservación.

Los parámetros estudiados están incluidos en el descriptor UPOV TG014 (2005) para el manzano y otros se estudiaron por considerarse importantes para ayudar a caracterizar una variedad (color del núcleo de las lenticelas, aureola, apertura del ojo, posición del diámetro máximo y conservación).

Los caracteres estudiados se dividieron en cualitativos (tabla 7) y cuantitativos (tabla 8). Los primeros se evalúan de forma visual, y los segundos mediante diferentes aparatos calibrados (Barea, 1991). Ambos se evaluaron acorde con las especificaciones recogidas en el descriptor para manzano de la UPOV.

A continuación se adjuntan las tablas con los diversos caracteres cualitativos y cuantitativos estudiados y la clasificación.

**Tabla 7:** Descriptores y clasificación de los caracteres cualitativos analizados en el fruto del manzano según la UPOV.

DESCRIPTORES	CLASIFICACIÓN		
<b>Forma general UPOV (U-28)</b>	1-Cónica 2- Oblonga 3- Globulosa	4- Aplanada globulosa 5-Aplanada cónica	
<b>Acostillado UPOV(U-29)</b>	1- Ausente o débil	2- Moderado	3- Fuerte
<b>Coronado del extremo calicino UPOV (U-30)</b>	1- Ausente o débil	2- Moderado	3- Fuerte
<b>Pruina de la epidermis (U-33),</b>	1- Ausente o débil	2- Moderado	3- Fuerte
<b>Cera de la epidermis UPOV (U-34)</b>	1- Ausente o débil	2- Moderado	3- Fuerte
<b>Color de fondo. UPOV (U-35)</b>	1- No visible 2- Amarillo blanquecino 3- Amarillo	4- Verde blanquecino 5- Verde amarillento 6- Verde	
<b>Zona relativa de color de superficie (chapa) UPOV (U-36)</b>	0- ausente 1- Muy pequeña	2- 2 colores (placas o estrías) 3- Mayor del 80%	
<b>Tono color superficial (Chapa) UPOV (U-37)</b>	0- No hay 1- Rojo 2- Rosa	3- Naranja 4- púrpura 5- marrón rojizo	
<b>Intensidad del color superficial (chapa) UPOV (U-38)</b>	0- No hay 1- Clara	2- Media 3- Oscura	
<b>Distribución del color superficial (chapa) UPOV (U-39)</b>	0- Ausencia 1- Placas continuas 2- Placas estriadas	3- En estrías 4- Difundido	
<b>Anchura de las estrías UPOV (U-40)</b>	0- No hay 3- Estrechas	5- Media 7- Anchas	
<b>Ruseting alrededor de la base peduncular UPOV (U-41)</b>	1- < 30%	2- 30-70%	3- > 70 %
<b>Ruseting en las caras UPOV (U-42)</b>	1- < 30%	2- 30-70%	3- > 70 %
<b>Ruseting alrededor de la cavidad ocular UPOV (U-43)</b>	1- < 30%	2- 30-70%	3- > 70 %
<b>Número de lenticelas UPOV (U-44)</b>	3- Bajo	5- Medio	7- Alto
<b>Tamaño de las lenticelas UPOV (U-45)</b>	3- Pequeñas	5- Medias	7- Grandes
<b>Color del núcleo de la lenticela</b>	1-Blanco	2- Marrón	3- Negro
<b>Aureola</b>	1-Con aureola	2- Sin aureola	
<b>Color de la pulpa UPOV (U-53)</b>	1-Blanco 2- Crema 3- Amarillento	4- Verdoso 5- Rosáceo 6- Rojizo	
<b>Apertura del ojo</b>	1- Cerrado	2- Algo abierto	3- Abierto
<b>Longitud del sépalos UPOV (U-32)</b>	3- Corto	5- Medio	7- Largo
<b>Apertura de lóculos UPOV (U-54)</b>	1-Cerrados	2- Parcialmente abiertos	3- Abiertos
<b>Posición del diámetro máximo</b>	1-Hacia el cáliz	2- En el medio	3- Hacia el pedúnculo

**Tabla 8:** Descriptores y clasificación de los caracteres cuantitativos analizados en el fruto del manzano según la UPOV.

DESCRIPTORES	CLASIFICACIÓN		
<b>Tamaño UPOV(U-24)</b>	1-Muy pequeño <83.1	4-Grande 277.3-374.4	
	2-Pequeño 83.1-180.2	5-Muy grande 374.4-471.15	
	3-Medio 180.2-277.3	6-Extr. Grande >471.15	
<b>Altura UPOV (U-25)</b>	1- Corta <49.4	4- Muy larga 80.6 – 96.3	
	2- Media 49.4-65	5- Extr. Larga >96.3	
	3- Larga 65-80.6		
<b>Diámetro UPOV (U-26)</b>	1-Muy pequeño <43.7	4-Grande 78.6 - 96	
	2-Pequeño 43.7-61.1	5-Muy grande 96 – 113.4	
	3-Medio 61.1-78.6	6-Extr. Grande >113.4	
<b>Relación altura/diámetro UPOV (U-27)</b>	1-Extr. Pequeña <0.48	4-Mediana 0.75-0.88	
	2- Muy pequeña 0.48-0.61	5-Grande 0.88-1.01	
	3-Pequeña 0.61-0.75	6-Muy grande 1.01-1.14	
<b>Tamaño del ojo UPOV (U-31)</b>	1- Pequeño <6	2- Medio 6-9	3- Grande >9
<b>Longitud del pedúnculo UPOV (U-46)</b>	1- Corto <8	3- Largo 19-30	
	2- Medio 8-19	4- Muy largo >30	
<b>Grosor del pedúnculo UPOV (U-47)</b>	1- Delgado <2	3- Grueso 4-6	
	2- Medio 2-4	4- Muy grueso >8	
<b>Profundidad cavidad peduncular UPOV (U-48)</b>	1- Poco profunda <9.1	4- Muy profunda 22.5-29.2	
	2- Media 9.1-15.8	5-Extr. Profunda >29.2	
	3- Profunda 15.8-22.5		
<b>Anchura cavidad peduncular UPOV (U-49)</b>	1-Muy estrecha <15	4- Ancha 33.4 - 42.5	
	2-Estrecha 15 - 24.2	5- Muy ancha 42.5 - 51.7	
	3-Media 24.2 - 33.4		
<b>Profundidad ojo UPOV (U-50)</b>	1- Poco profunda <5.1	4- Muy profunda 16.1-21.6	
	2- Media 5.1-10.6	5-Extr. Profunda >21.6	
	3- Profunda 10.6-16.1		
<b>Anchura cavidad ojo UPOV (U-51)</b>	1-Muy estrecha <13.5	4- Ancha 29.2-37.1	
	2-Estrecha 13.5-21.4	5- Muy ancha 37.1-45	
	3-Media 21.4-29.2	6- Extr. Ancha >45	
<b>Firmeza de la pulpa UPOV (U-52)</b>	1-Blanda <6	3-Media 6-8	5-Firme >8
<b>Época de cosecha UPOV (U-56)</b>	1-Extremadamente temprano <55	5- Media +-10	
	2- Muy temprano 55-40	6- Media tardía 10-25	
	3- Temprana 40-25	7- Tardía 25-40	
	4- Medianamente temprano 25-10	8- Muy tardía 40-55	
		9- Extremadamente tardía >55	
<b>Madurez de consumo UPOV(U-57)</b>	1-Muy precoz <240	7- Tardía 320-340	
	3- Precoz 240-280	9- Muy tardía >347	
	5- Media 280-320		
<b>Conservación</b>	1-Mala (-50 días)	3-Excelente(+100 días)	
	2-Buena (+50 días)		

Las medidas para los descriptores cuantitativos fueron tomadas con un calibre digital (figura 11 A). A excepción de la firmeza de la pulpa UPOV (U-52), donde se utilizó un dinamómetro (figura 11 B) denominado penetrómetro Effeggi, que determina la resistencia de

la pulpa del fruto a la penetración de un émbolo de 11 mm de diámetro. Este valor se toma eliminando la parte superficial de la epidermis de la manzana e introduciendo el émbolo hasta la muesca indicada.

Los resultados obtenidos en este proyecto para los valores cuantitativos y cualitativos, se adjuntan en los siguientes anexos:

*Datos cualitativos: Anexo II* (datos cualitativos de variedades locales) y *Anexo III* (datos cualitativos de variedades de referencia).

*Datos cuantitativos: Anexo IV* (datos cualitativos de variedades locales) y *Anexo V* (datos cualitativos de variedades de referencia).

### 3.3.3. Método estadístico

Los resultados obtenidos para los caracteres cualitativos y cuantitativos se analizaron primero de forma individual. Se calculó para cada accesión: la moda, el número de accesiones que pertenecían a cada nivel, así como el porcentaje respecto al total de accesiones analizadas. Se compararon los valores de las accesiones locales con los de las variedades de referencia.

El número de clases, para estudiar el rango de variabilidad de un carácter dentro de una misma accesión, se calculó para cada carácter en el conjunto de accesiones locales y las variedades comerciales a partir de los datos obtenidos en los descriptores cuantitativos. De este análisis se excluyeron los descriptores relacionados con la conservación, la época de cosecha UPOV (U-56) y la madurez de consumo UPOV (U-57).

Se calculó la media y la desviación típica dentro de cada carácter para cada accesión y se eliminaron los valores extremos, de esta forma, sólo se tuvieron en cuenta los comprendidos entre el valor medio más menos 1.15 veces la desviación típica (75% de los valores de la población).

La fórmula empleada para establecer el número de clases (CN) en las que se clasificó cada carácter cuantitativo es la siguiente:

$$CN = \frac{R_B}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n R_{Ai}}{n} + 1.15 \frac{\sum_{i=1}^n SD_{Ai}}{n} \right)}$$

En esta fórmula, **n** es el número de accesiones caracterizadas, **RB** es la diferencia entre el mayor y el menor valor medio del carácter observado en el conjunto de accesiones evaluadas en todos los bancos, **RA** es la diferencia entre el mayor y el menor valor observado del carácter dentro de cada accesión y **SDA** es la desviación típica de los valores del carácter observados dentro de cada accesión. El número de clases obtenido con la expresión anterior se redondeó al entero más cercano.



### 3.4. Evaluación de parámetros fisicoquímicos relacionados con la calidad del fruto.

#### 3.4.1. Estudio de los sólidos solubles, acidez y pH de las variedades de manzano estudiadas

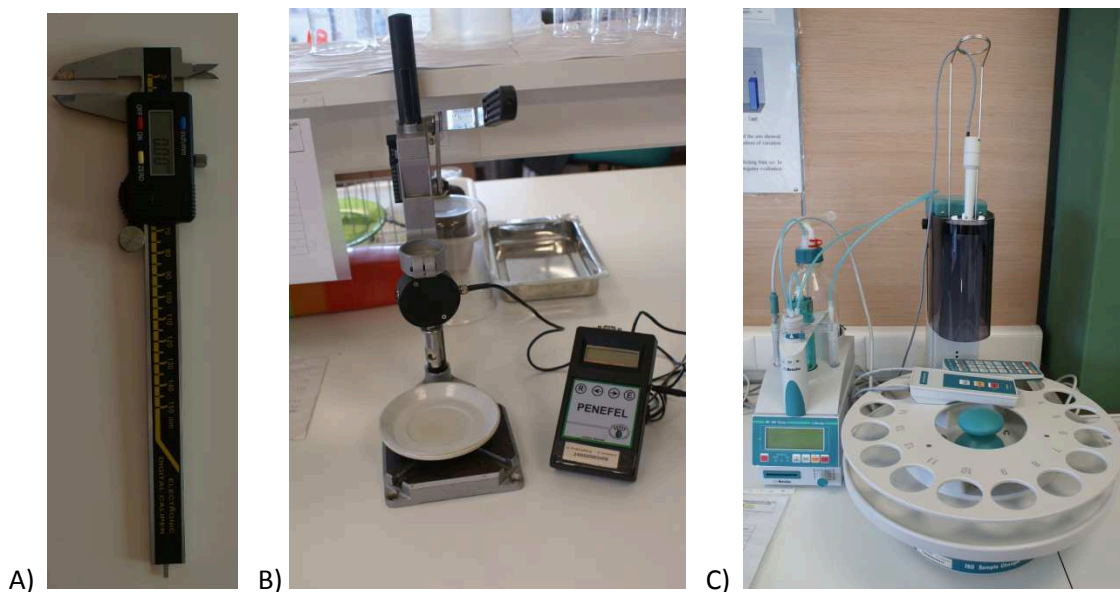
##### Sólidos solubles.

Se tomaron las diez muestras que habían sido analizadas en cada lote y se licuaron, para posteriormente filtrarlas por un embudo de papel. Una vez que se obtuvo el jugo, se determinó el contenido en sólidos solubles (°Brix) con un refractómetro digital (Atago CO, LTD). Los °Brix representan el % de azúcar de caña disuelto en agua.

##### Acidez y pH.

Para calcular el pH y la acidez, se tomó el zumo obtenido anteriormente y se colocaron 25 ml de jugo en un vaso de precipitados. Se llevó la muestra al valorímetro (figura 11 C) y se valoró el zumo con NaOH 0.1 N.

Los resultados obtenidos fueron: pH, acidez total, contenido en ácido málico, ácido tartárico y ácido cítrico expresado en g/l.



**Figura 11:** Aparatos del CITA para evaluar diferentes parámetros A)Calibre digital, B)Penetrómetro C)Valorador.

Los resultados obtenidos por el valorímetro para este proyecto son los valores de sólidos solubles, pH y acidez y se adjuntan en los siguientes anexos:

*Variedades locales:* Anexo VI.

*Variedades de referencia:* Anexo VII.

### **3.4.2. Estudio del contenido en azúcares, proteínas y oligoelementos de las variedades estudiadas.**

Los parámetros que se analizaron para evaluar y comparar la calidad de los diferentes cultivares presentes en el ensayo fueron los siguientes: contenido en azúcares (Glucosa, Fructosa, Sacarosa, Xilosa), contenido de oligoelementos (Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Fósforo (P)) y contenido en proteínas (Nitrógeno (N)).

Dichos análisis fueron llevados a cabo por el departamento de calidad del CITA. Se analizaron todas las muestras estudiadas, excepto las accesiones ('MA-130', 'MA-142', 'MA-148', 'MA-198', 'MA-238' y 'MA-246') y la variedad comercial 'Pink Lady', ya que no se obtuvieron suficientes muestras para los análisis.

Los resultados obtenidos en este proyecto para los valores fisicoquímicos, se adjuntan en los siguientes anexos:

*Variedades locales:* Anexo VIII

*Variedades de referencia:* Anexo IX

#### **3.4.2.1. Preparación de las muestras.**

Se tomaron dos muestras de cada accesión y se etiquetaron.

Para realizar los análisis de *oligoelementos y proteína* se tomó una manzana, la cual se picó con una batidora para después triturarla hasta conseguir una mezcla homogénea. Previamente había sido eliminada la parte del corazón. La muestra resultante se colocó en dos tubos Kjendahl.

Con la otra manzana, se analizaron los datos de los *azúcares*. Para obtener dichos parámetros se licuó una manzana y se filtró el zumo obtenido. Una parte del zumo se colocó en un tubo falcón para medir el contenido en azúcares.

#### **Determinación de azúcares (g/l).**

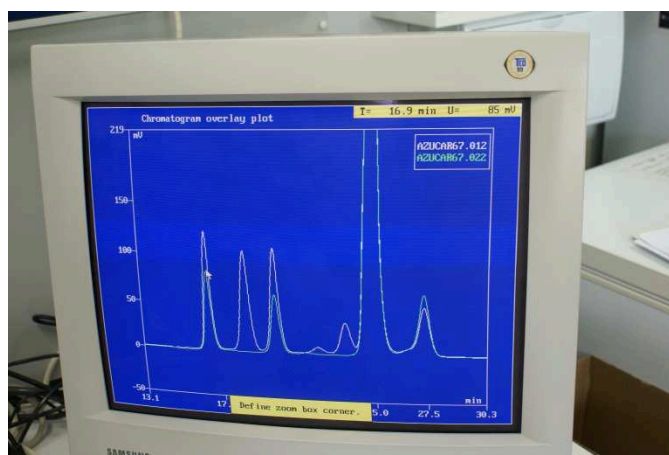
Para la determinación individualizada de los azúcares (sacarosa, glucosa, fructosa y xilosa) se llevó a cabo una cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) (figura 12, figura 13) en su modalidad de exclusión iónica, siguiendo el método descrito por Blanco *et al* (1988). Se pesó 1ml de zumo y se enrasó con agua miliQ a 25ml.

La muestra fue previamente purificada y filtrada a través de un cartucho Sep-Pack activado con metanol y filtro de difluoruro de polivinilideno de 0.45  $\mu\text{m}$ . A continuación, se inyectaron en el sistema cromatográfico 20  $\mu\text{l}$  de la muestra tratada.

La separación se realizó en una columna Waters SUGAR-PAK I (300 x 6.0 mm) de 10  $\mu\text{m}$ , termostatzada a 90°C y empleando como fase móvil una disolución de 50 mg/l de  $\text{Na}_2\text{Ca EDTA}$  a un flujo de 0.44 ml/min.



**Figura 12:** Cromatograma de líquidos de alta eficiencia (HPLC)



**Figura 13:** Pictograma de la cromatografía de azúcares

### **Contenido en proteína, Nitrógeno total (mg/l)**

La valoración del nitrógeno se llevó a cabo siguiendo del método KJELDAHL (1883). Para ello se procedió a la digestión de 2 g de muestra mediante el reactivo peróxido: 5ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (98%) + 5ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 30%, efectuando la digestión a 420°C durante 1 hora.

En estas condiciones, el nitrógeno orgánico se transforma en sulfato amónico. A continuación, el extracto ácido se destila mediante arrastre de vapor en condiciones alcalinas, de tal modo que los iones amonio son transformados en amoniaco, que se recupera sobre una

disolución de ácido bórico al 1%. La valoración del borato amónico, formado mediante una disolución de ácido clorhídrico 0.01N de factor conocido, permite determinar el nitrógeno contenido en la muestra (figura 14).



**Figura 14:** Valorador de nitrógeno

#### **Determinación de oligoelementos (Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio y Sodio) (mg/g).**

Primero se realizó una mineralización. Se colocaron 3 g de muestra en diferentes crisoles y se pusieron en el horno mufla (modelo Carbolite CWF 1100) a 420°C hasta que la muestra perdió el contenido en materia orgánica.

La muestra fue diluida con agua de calidad Mili Q añadiendo previamente 1 ml de ácido nítrico al 2% supapul y se pasó a un matraz de 50 ml.



**Figura15:** Espectro de emisión atómica en plasma de acoplamiento inductivo y de visión radial modelo ICP

Una vez que se tuvieron las muestras preparadas, se llevaron al espectro de emisión atómica en plasma de acoplamiento inductivo y de visión radial modelo ICP (Activa Horiva Jobin Yvon) con un flujo de Argón industrial (figura 15). El espectro permite leer multitud de elementos a diferentes longitudes de onda de forma simultánea.

Las longitudes de onda a las que el espectro reconoce los elementos son las siguientes:

- Ca: 370.603 y 422.673 nanómetros.
- Mg: 383.827 nm.
- P: 233.560 nm.
- K: 769.896 nm.
- Na: 589.592 nm.

Las determinaciones analíticas se han efectuado por duplicado, siendo la desviación estándar relativa inferior al 5%. Para los parámetros fisicoquímicos evaluados se determinó el coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Promedio}} \times 100$$

### **3.5. Análisis de conglomerados jerárquicos.**

El análisis de todos los parámetros y accesiones estudiadas se realizó con el programa IBM SPSS Statistics v.21. Con este análisis se pretende crear grupos partiendo de elementos muestrales individualmente considerados hasta la formación de un único grupo constituido por todos los elementos. Se realizó un dendrograma para evaluar la homogeneidad de los conglomerados utilizando el método de vinculación inter-grupos.



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**





## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La importancia que hoy en día tiene la conservación, caracterización y evaluación de los recursos genéticos ha sido puesta de manifiesto por organismos tanto a nivel nacional como internacional, que señalan que “estos recursos genéticos para la agricultura y la alimentación constituyen la base de la seguridad alimentaria y del desarrollo sostenible, y por tanto, es fundamental su conservación para evitar la pérdida de diversidad genética de las especies, razas, variedades y ecotipos autóctonos, y para garantizar la disponibilidad de los genotipos necesarios para la mejora genética”.

Las variedades locales constituyen un claro patrimonio genético que han demostrado con el paso del tiempo una resistencia y una adaptación a unas condiciones extremas que se han mantenido durante muchas décadas. Hay caracteres que se mantienen constantes como son la resistencia a enfermedades, a la manipulación, etc. Pero los gustos del mercado son cambiantes y exigen nuevos caracteres a la manzana relacionados con cualidades organolépticas, la coloración de la piel, el tamaño, forma etc.

Para conseguir los frutos exigidos por el mercado y teniendo en cuenta que cada vez se tiende más a la utilización de sistemas sostenibles, es necesario evitar la pérdida de las variedades locales, las cuales aportan a las colecciones actualmente existentes una gran variabilidad genética.

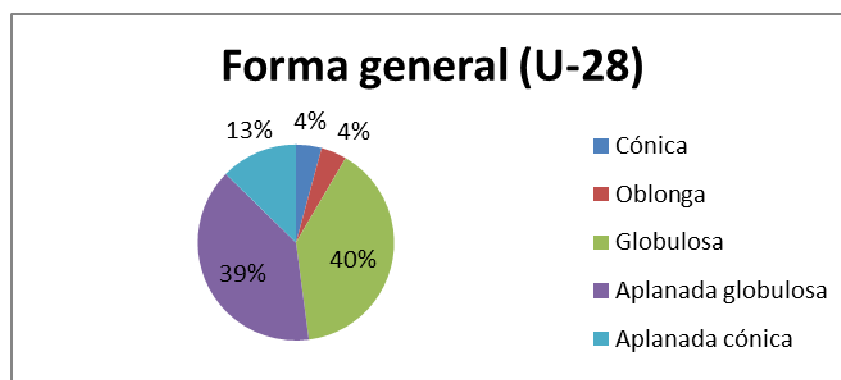
En el presente estudio, se han analizado 71 variedades de manzano del Banco de germoplasma del CITA. Cabe destacar que 56 variedades son locales, que han sido recuperadas en zonas de alta montaña de Aragón y las 15 variedades restantes son comerciales. Estas accesiones han sido estudiadas durante un año dentro del marco del proyecto INIA (RF 2011-00017-C005), en el que se ha propuesto una metodología con la que establecer criterios comunes para realizar las caracterizaciones morfológicas, agronómicas y tecnológicas de las colecciones de manzano, empleando 57 caracteres recogidos en la última revisión de la UPOV TG/14/9 del 6 de abril de 2005. Los resultados se muestran a continuación:

### 4.1 CARACTERÍSTICAS POMOLÓGICAS CUALITATIVAS DEL FRUTO.

En el aspecto morfológico los avances en las características del fruto han sido más importantes por ser la parte comestible y por tanto, el propósito prioritario de la mejora. Los objetivos de la mejora se han dirigido principalmente a la presentación (color, calibre, forma), a la calidad gustativa y a la mejor aptitud a las manipulaciones.

#### 4.1.1. Forma general del fruto UPOV (U-28)

El descriptor de la UPOV se divide en 15 grupos diferentes para la forma del fruto, pero para la clasificación de la colección se han catalogado en 5 grupos (figura 16), siguiendo la propuesta de método armonizado para la caracterización pomológica de variedades cultivadas de manzano (*Malus x domestica*, Borkh) establecida en el marco del proyecto INIA (RF 2011-00017-C005). La mayoría se encuentra en dos grupos. Se observa que el 40% de los frutos tienen forma “globulosa” y un 39% posee forma “aplanada globulosa”. Según últimas revisiones, (Iglesias, 2012) este resultado es lógico, ya que la mayor parte de los frutos se han obtenido de la parcela que está situada en Ligüerre, a mayor altitud que las de Zaragoza, por lo tanto los frutos tienden a ser globulosos. También influye en la forma de los frutos la radiación solar.



**Figura 16:** Porcentaje (%) de accesiones que determinan la forma general de los frutos de manzano analizados respecto al descriptor UPOV (U-28).

#### 4.1.2. Descriptores de caracteres externos

La mayoría de las variedades poseen un contenido medio tanto del acostillado, como del coronado del extremo calicino y la cera de la epidermis es entre moderada y fuerte (tabla 9).

Variedades comerciales como ‘Granny Smith’, ‘Idared’ y ‘Mack Intosh’ poseen un fuerte contenido en cera, lo que las hace ser más atractivas hacia el consumidor. En las accesiones locales se han encontrado gran número de variedades que reúnen esta condición, como ‘MA-115’, ‘MA-143’, ‘MA-239’ y ‘MA-247’ entre otras (figura 17).

Los datos de pruina de la epidermis sólo son moderados en un 20% de las accesiones, excepto en las variedades locales ‘MA-145’ y ‘MA-239’ y las variedades comerciales ‘Mack Intosh’ y ‘Fuji 4165’, que presentaron una pruina fuerte.

**Tabla 9:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con el acostillado (U-29), coronado del extremo calicino (U-30), pruina de la epidermis (U-33) y cera de la epidermis (U-34).

Descriptores	0	1	2	3
		Débil	Moderado	Fuerte
Acostillado UPOV(U-29)		21,13	45,07	33,80
		Débil	Moderado	Fuerte
Coronado UPOV(U-30)		16,90	49,30	33,80
	Ausente	Débil	Moderado	Fuerte
Pruina de la dermis UPOV(U-33)	5,63	60,56	28,17	5,63
	Ausente	Débil	Moderado	Fuerte
Cera UPOV(U-34)	2,82	18,31	42,25	36,62



**Figura 17:** Accesiones con alto contenido en cera.

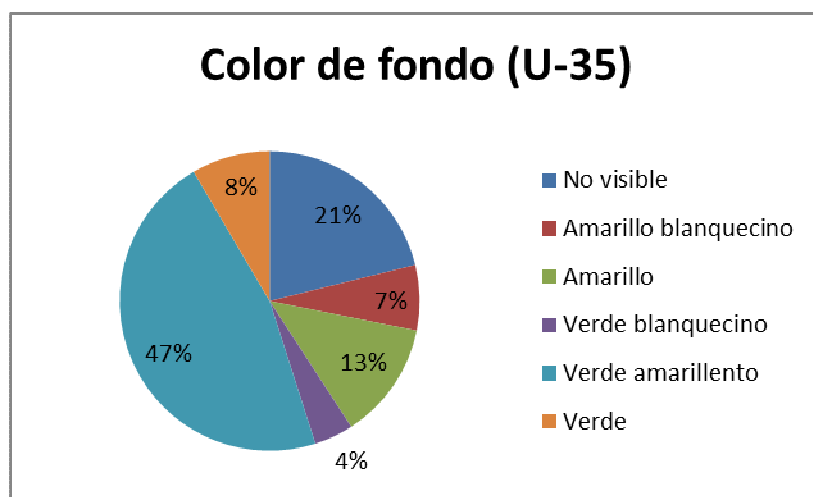
#### 4.1.3. Color de fondo. UPOV (U-35)

Uno de los parámetros que mayor influencia tiene en la calidad comercial es el color de los frutos. Cada variedad de manzana tiene un color característico influyendo también la zona de cultivo (Silveria *et al.*, 2007). El método para estudiarlo es el visual, que según el descriptor de la UPOV se divide en 6 grupos para los manzanos.

El color del fruto se debe principalmente al conjunto de tres pigmentos: los antocianos, los carotenoides y las clorofilas (Saure, 1990). El color de fondo verde a amarillo lo

determinan la clorofila y los carotenoides localizados en los plástidos y la coloración roja la determinan los antocianos y los pigmentos fenólicos localizados en la vacuola (Dapena, 1996).

Se puede observar en la figura 18 que el 47% de las variedades poseen un color de fondo verde amarillento y un 13% son amarillas. Cabe destacar que en un 21% de las variedades no se pudo observar el color de fondo, ya que estaban cubiertas en su totalidad por la chapa 'MA-239' o por el *russeting* 'MA-109'.



**Figura 18:** Porcentaje (%) de colores de fondo de los frutos de manzano analizados respecto al descriptor UPOV (U-35).

A parte del método visual para establecer el color de fondo de la epidermis, también se puede medir por diferencia de la densidad óptica en función del contenido en clorofilas. Este método resulta un buen indicador para algunas variedades como 'Golden Delicious' o bicolors como 'Gala', pero no se adecua a variedades como 'Granny Smith', cuyo color de fondo es casi invariable y tampoco se adapta bien a las variedades de color rojo (Trillot *et al.*, 1993).

#### 4.1.4. Descriptores relacionados con la chapa

La chapa en los frutos es una característica típica de cada variedad, que puede ayudar a la diferenciación de variedades. En los frutos con chapa roja, los antocianos son el pigmento fundamental y su formación depende de varios factores como los carbohidratos presentes en el árbol, la nutrición mineral, los reguladores del crecimiento, la radiación solar y la diferencia de temperatura entre el día y la noche (Saure, 1990).

Los lugares donde están situadas las parcelas de la colección se encuentran en el CITA (Valle del Ebro) y en Ligüerre (Valle de la Fueva). El primero, presenta veranos muy cálidos y de baja altitud, por lo que no es la más apropiada para la formación de chapa de fruto en

variedades rojas y bicolors (Iglesias, 1998). Mientras que Ligüerre al ser una zona de mayor altitud y presentar clima de montaña, favorece a que se manifieste la formación de la chapa en las variedades (Iglesias, 2012); ya que los frutos están expuestos a una mayor radiación, a temperaturas extremas y a mayores diferencias entre el día y la noche.

En la tabla 10 se muestra el porcentaje de accesiones que presentan chapa y estrías.

**Tabla 10:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con la chapa y la anchura de las estrías.

Descriptores	0	1	2	3	4	5	7
	Ausente	Muy pequeña	2 colores	Mayor 80%			
Color de superficie (U-36)	33,80	4,22	19,72	42,25	-	-	-
	No hay	Rojo	Rosa	Naranja	Púrpura	M rojizo	
Tono de color de superficie (U-37)	35,21	12,68	19,72	11,27	1,41	19,72	-
	No hay			Clara		Media	Oscura
Intensidad de color de superficie (U-38)	38,03	-	-	11,27	-	22,54	28,17
	Ausencia	P. continuas	P. estriadas	En estrías	Difundido		
Distribución de color superficial (U-39)	36,62	9,86	38,03	4,23	11,27	-	-
	No hay			Estrechas		Medias	Anchas
Anchura de las estrías (U-40)	35.21	-	-	26.76	-	36,62	1,41

En este estudio se ha asignado valor 0 a aquellas variedades que carecían de la presencia del descriptor. En resumen, respecto al color de la superficie, el 42% de las variedades estudiadas poseían más del 80% de su superficie cubierta, y un 34% no presenta chapa, es decir, ninguna zona coloreada. Los tonos de superficie mayoritarios son dos, el rosa y el m.rojizo, con un 20% cada uno. Mientras que al grupo rojo pertenecen el 13%, y al naranja el 11%. La variedad 'Mack Intosh' fue la única púrpura. La intensidad de color de la superficie en el 28% de las accesiones fue oscura, y en el 23% fue de media.

La distribución de color superficial es muy variada, aunque la mayor parte de las variedades se reparten en placas estriadas (38%), en forma de difuminado (11%) y en placas continuas (10%). Las accesiones que muestran estrías su anchura es media (37%), excepto 'MA-105' que mostró estrías anchas muy marcadas.

Se observó en 'MA-108', 'MA-115' y 'MA-144' que la chapa también puede ser un indicador de la madurez del fruto, ya que estas variedades desarrollaron la chapa en el momento adecuado para su recolección. Mientras tanto no habían presentado ningún indicador de la presencia de color superficial.

#### 4.1.5. Aspectos relacionados con el Russetting.

El russetting es un fenómeno natural que afecta a algunas variedades de manzano debido al deterioro de la epidermis por un agente exterior (Iglesias, 1993). Otros estudios afirman que es un carácter hereditario, pero también está afectado por otros factores como son: las heladas primaverales, el sombreamiento, la humedad relativa alta o la aplicación de productos fitosanitarios (Jackson, 2003).

El porcentaje de accesiones que manifiesta la presencia de russetting en la base peduncular, en las caras y en la cavidad ocular se exponen en la tabla 11.

**Tabla 11:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con el russetting.

Descriptores	0	1	2	3
	No hay	<30%	30-70%	>70%
<b>Russetting en base peduncular (U-41)</b>	8,45	26,76	14,08	50,70
	No hay	<30%	30-70%	>70%
<b>Russetting caras (U-42)</b>	78,87	9,86	4,23	7,04
	No hay	<30%	30-70%	>70%
<b>Russetting cavidad ocular (U-43)</b>	76,06	12,68	4,23	7,04

El 51% de las accesiones estudiadas presentaba el 70% de su base peduncular cubierta por *russetting*, lo que puede ser debido a que la mayoría de las accesiones han sido recolectadas en la parcela de Ligüerre, la cual se encuentra en un clima de montaña.

La presencia de *russetting* en las caras (10%) y en la cavidad ocular (13%) fue menor, con la excepción de las variedades comerciales 'Reineta', 'Reineta Gris' y 'Elstar' y las accesiones autóctonas 'MA-109' y 'MA-147', que presentaron un alto contenido de russetting en las caras. Sólo una variedad 'MA-109' presentó 100% russetting en toda su superficie. La presencia de *russetting* afecta al valor comercial y actualmente se seleccionan aquellas variedades con menor sensibilidad al *russetting* (Iglesias *et al.* 2007).

#### 4.1.6. Descriptores relacionados con las lenticelas.

**Tabla 12:** Porcentaje (%) de accesiones que presentan descriptores relacionados con las lenticelas

Descriptores	0	1	2	3	5	7
				Bajo	Medio	Alto
<b>Número lenticelas (U-44)</b>	-	-	-	35.21	46.48	18.31
				Pequeña	Media	Grande
<b>Tamaño de lenticelas (U-45)</b>	-	-	-	49.30	28.17	22.54
	Blanco	Marrón	Negro			
<b>Color del núcleo de la lenticela</b>	9.86	21.13	69.10	-	-	-
	Si	No				
<b>Aureola</b>	-	80,28	19,72	-	-	-

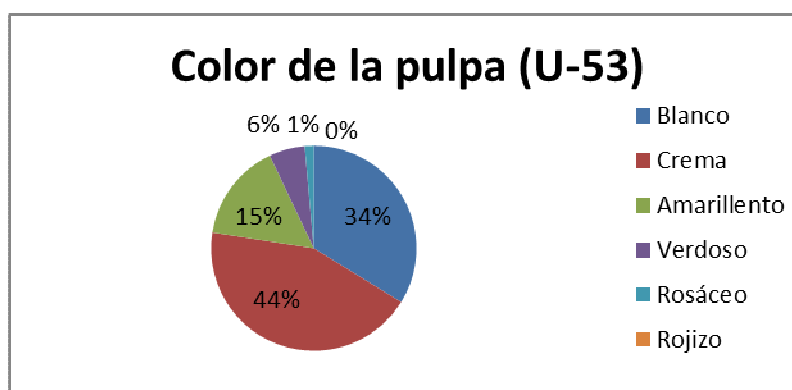
Las lenticelas aparecieron en un número medio en el 47% de las accesiones analizadas, siendo su tamaño mayoritario pequeño (49%), de color negro en el 69% de las accesiones y el 80% presentó aureola (tabla 12).

La mayoría de las variedades comerciales analizadas presentaron un bajo contenido en el número y tamaño de lenticelas, excepto ‘Granny Smith’ y ‘Melrose’.

#### 4.1.7. Descriptores relacionados con de la parte interna del fruto.

Los descriptores relacionados con la parte interna son aquellos que podemos apreciar al seccionar la manzana verticalmente (apertura del ojo, posición del diámetro máximo y longitud del sépalo U-32) y horizontalmente (apertura de lóculos U-54).

En algunas variedades, el color de la pulpa está relacionado con el grado de madurez. En este estudio (figura 19) el 44% de los frutos presentó la pulpa de color crema frente al resto de las variedades que poseen una pulpa de color blanco (34%), amarillento (15%) o verdoso (6%). Ninguna variedad presentó color rojizo. En la accesión ‘MA-279’ el color de la pulpa es rosáceo.



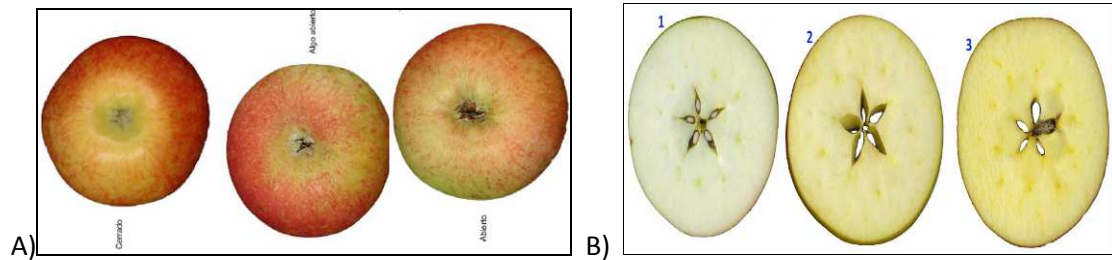
**Figura 19:** Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función del color de la pulpa.

**Tabla 13:** Porcentaje (%) de accesiones resultantes del estudio de los descriptores relacionados con la apertura del ojo, apertura de lóculos (U-54), posición del diámetro máximo y longitud del sépalo (U-32).

Descriptores	1	2	3
	Cerrado	Algo abierto	Abierto
Apertura del ojo	39,44	33,80	26,76
	Cerrado	P. abierto	Abierto
Apertura de lóculos (U-54)	40,85	12,68	46,48
	Pedúnculo	Medio	Cáliz
Posición del diámetro máximo	12,68	78,87	8,45
	Corto	Medio	Largo
Longitud del sépalo (U-32)	22.54	39.44	38.03

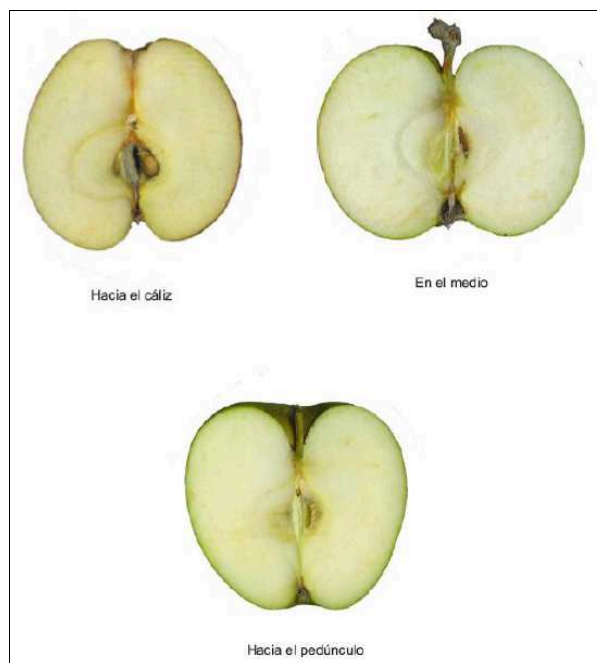
En las variedades de manzano del Banco de Germoplasma del CITA se ha encontrado que en la mayoría de las accesiones la apertura del ojo (tabla 13) es entre cerrada (39.5%) y algo abierta (34%) (figura 20 A), presentando una longitud del sépalo entre media y larga.

La apertura de los lóculos es entre abiertos 46% y cerrados 41%. (figura 20 B). La mayoría de las variedades comerciales estudiadas tienen los lóculos abiertos y algo abiertos. Son las accesiones recuperadas las que manifiestan mayor porcentaje en tener sus lóculos cerrados.



**Figura 20:** A) Clasificación de la apertura del ojo en: cerrado, algo abierto y abierto B) clasificación de la apertura de los lóculos: Cerrados, parcialmente abiertos y abiertos

En cuanto a la posición del diámetro máximo, excepto 6 variedades locales con el diámetro máximo orientado hacia el pedúnculo, la mayoría lo tienen en el medio y un 12% orientado hacia el pedúnculo (figura 21).



**Figura 21:** Clasificación de la posición del diámetro máximo: Hacia el cáliz, en el medio y hacia el pedúnculo.



## 4.2. CARACTERÍSTICAS POMOLÓGICAS CUANTITATIVAS DEL FRUTO.

### 4.2.1. Descriptores relacionados con las dimensiones externas del fruto.

**Tabla 14:** Porcentaje (%) de accesiones para los descriptores: Tamaño (U-24), altura (U-25), diámetro (U-26) y relación altura / diámetro (U-27).

Descriptores	1	2	3	4	5	6	7
	Muy pequeño	Pequeño	Medio	Grande	Muy grande	Extr. grande	Muy pequeño
<b>Tamaño UPOV(U-24)</b>	12,67	47,88	29,57	8,45	1,4		
	Corta	Media	Larga	Muy larga	Extr. larga		
<b>Altura UPOV(U-25)</b>	7,04	42,25	49,29	1,4			
	Muy pequeño	Pequeño	Medio	Grande	Muy grande	Extr. grande	
<b>Diámetro UPOV(U-26)</b>		9,86	49,29	36,62	4,22		
	Extr. Pequeño	Muy pequeño	Pequeño	Mediano	Grande	Muy grande	Extr. grande
<b>Relación altura/diámetro UPOV(U-27)</b>			1,4	67,05	26,76	2,81	

Para el tamaño de los frutos (tabla 14) las accesiones se dividieron en 7 grupos diferentes. La mayoría de los frutos (48%) tienden a ser pequeños, con valores entre 83 y 180 gramos. La variedad local 'MA-232' fue la única que se clasificó en el grupo de muy grandes, con valores comprendidos entre 374.4 y 471.15 gramos.

La variedad local 'MA-108' fue la que mayor altura presentó, clasificándose el 49% de las accesiones como largas y con un diámetro medio. Tres variedades locales 'MA-171', 'MA-232' y 'MA-246' pertenecen al grupo de diámetro muy grande, el resto están clasificadas entre medio y grande.

La relación entre la altura y el diámetro da lugar a 7 grupos diferentes, desde extremadamente pequeño a extremadamente grande. Esta relación se emplea como medida de la forma del fruto. Si se obtienen valores bajos el fruto tiende a ser achatado y si es un valor alto el fruto tiende a ser alargado. Los resultados obtenidos nos indican que hay una gran variabilidad de frutos, aunque se concentran más variedades en los tipos mediano (67%) y grande (26.76%). Las variedades locales 'MA-140' y 'MA-149' pertenecen al grupo muy grande, con valores comprendidos entre 1.01 y 1.14 mm. Excepcionalmente sólo la variedad local 'MA-239' fue clasificada en el grupo de las pequeñas.

#### 4.2.2. Longitud y grosor del pedúnculo UPOV (U-46, U-47)

Es importante conocer la longitud y el grosor del pedúnculo porque según como sean, pueden provocar graves pérdidas económicas, provocando la caída prematura de los frutos. Este problema se da en zonas en las que se dan fuertes vientos.

Los pedúnculos pequeños y gruesos tienen menos flexibilidad y por tanto es más probable que caigan al suelo debido al peso del fruto o por fuertes vientos. En la colección estudiada el 70% tiene un pedúnculo de longitud y grosor medios. Ninguna variedad mostró tener la combinación de un pedúnculo corto y delgado (tabla 15).

**Tabla 15:** Porcentaje (%) de accesiones para los descriptores relacionados con la longitud del pedúnculo (U-46) y grosor del pedúnculo (U-47).

Descriptores	1	2	3	4
	Corto	Medio	Largo	Muy largo
Longitud pedúnculo UPOV(U-46)	2,81	70,42	25,35	1,4
	Delgado	Medio	Grueso	Muy grueso
Grosor pedúnculo UPOV(U-47)	2,81	70,42	26,76	2,81

#### 4.2.3. Descriptores relacionados con las dimensiones internas del fruto.

**Tabla 16:** Porcentaje (%) de accesiones para los descriptores relacionados con la profundidad de la cavidad peduncular (U-48), anchura de la cavidad peduncular (U-49), profundidad del ojo (U-50), anchura de la cavidad del ojo (U-51) y tamaño del ojo.

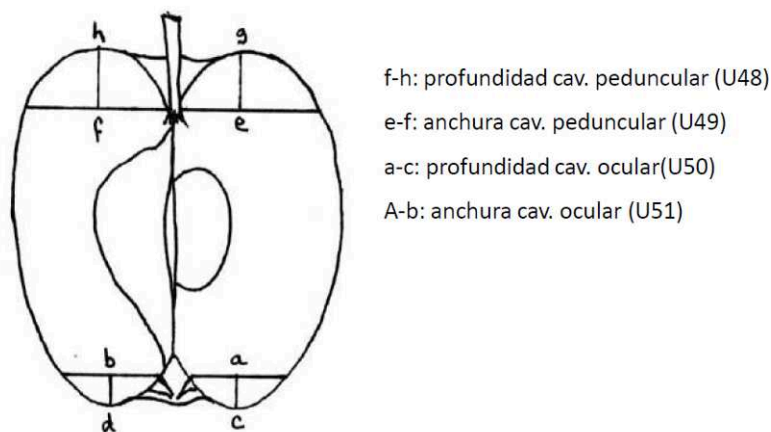
Descriptores	1	2	3	4	5
	Poco profunda	Media	Profunda	Muy profunda	Extremadamente profunda
Prof. Cav. Peduncular UPOV (U-48)		52,11	46,47	1,4	
	Muy estrecha	Estrecha	Media	Ancha	Muy ancha
Anchura Cavidad Peduncular UPOV (U-49)	2,81	9,86	39,43	42,25	5,63
	Poco profunda	Media	Profunda	Muy profunda	Extr. Profunda
Prof. Ojo UPOV (U-50)	4,22	85,91	9,85		
	Muy estrecha	Estrecha	Media	Ancha	Muy ancha
Anchura Cavidad ojo UPOV (U-51)	2,81	9,86	39,43	42,25	5,63
	Pequeño	Medio	Grande		
Tamaño del ojo	23,94	50,70	15,49		

El descriptor de la anchura de la cavidad peduncular se manifestó como ancho en el 42% de las accesiones estudiadas y medio en el 39%. Sólo un 6% de las accesiones concretamente locales, presentó una anchura de cavidad peduncular muy ancha 'MA-100', 'MA-147', 'MA-224' y 'MA-232' y un 3% presentó una anchura muy estrecha 'MA-130' y 'MA-156'.

Para la profundidad de la cavidad peduncular se establecieron 5 grupos, aunque en la colección estudiada sólo aparecieron tres, ya que el 52% pertenecía a profundidad media y un 46% a profunda. Sólo 'MA-115' se clasificó como muy profunda.

Los descriptores de anchura de la cavidad del ojo y profundidad de ojo fueron clasificados como medios en la mayoría de las accesiones. Las accesiones: 'MA-058', 'MA-199' y 'MA-233' fueron clasificadas en el grupo de poco profundas dentro del descriptor profundidad del ojo (tabla 16).

Respecto al tamaño del ojo, el 51% de las variedades presentó un tamaño medio de ojo.



**Figura 22:** Esquema sobre como tomar las medidas de los descriptores de la UPOV para los caracteres: profundidad cavidad peduncular (U-48), anchura de la cavidad peduncular (U-49), profundidad cavidad ocular (U-50) y anchura de la cavidad ocular (U-51).

#### 4.2.4. Firmeza de la pulpa UPOV (U-52)

En la lámina media de los frutos maduros, el material que une las células se disuelve, lo que unido a cambios en el contenido celular conduce al inicio del ablandamiento del fruto. A través del penetrómetro se consigue estimar la evolución de la dureza de la pulpa, sin piel, de la manzana durante la maduración, observando que la firmeza de la pulpa del fruto disminuye al aumentar el tamaño y la madurez (Carrera, 1999).

Los factores que más influyen en los valores de dureza son: la nutrición nitrogenada, la posición del fruto en el árbol, el tamaño del fruto y la temperatura del mismo, por ello, la toma de muestras se ha realizado de forma estandarizada para minimizar las posibles variaciones.

Como vemos en la tabla 17, hay una gran variabilidad entre los cultivares analizados respecto a la resistencia de penetración, y para una variedad puede cambiar en función de las condiciones de cultivo del año o el grosor del fruto. Pero puede resultar un criterio complementario en aquellas variedades que se conoce bien su comportamiento respecto a este parámetro (Dapena, 1996).

**Tabla 17:** Porcentaje (%) de accesiones para el descriptor relacionado con la firmeza de la pulpa UPOV (U-52).

Descriptor	1	3	5
	Blanda	Media	Firme
<b>Firmeza de la pulpa UPOV(U-52)</b>	5.63	46.47	47.88

La firmeza de la pulpa se divide en 3 grupos diferentes, aunque la mayoría de las accesiones pertenecen a dos grupos: al grupo firme con valores iguales o superiores a 8 Kg/cm<sup>2</sup> pertenecen el 48% de las accesiones y al grupo medio pertenecen el 46% con valores dados por el penetrómetro entre 6 y 8 Kg/cm<sup>2</sup>. Las accesiones clasificadas como blandas eran las que presentaban valores inferiores a 6 Kg/cm<sup>2</sup>.

Sólo 4 variedades fueron clasificadas en el grupo de las blandas, entre las cuales están 'MA-245' y 'MA-247', que fueron recolectadas las más tempranas en los quince primeros días de Agosto. Las variedades de maduración más temprana tienden a un ablandamiento más rápido y tienen un período más corto de conservación que las variedades de maduración tardía (Dapena, 1996).

La obtención de datos elevados de firmeza puede ser debida a que la parte de la chapa más soleada es más dura. En este sentido, conviene resaltar que, como consecuencia de la manipulación y conservación a los que se somete al fruto con anterioridad a su transformación, es necesario que éste presente una adecuada resistencia, a fin de evitar que se produzcan daños en la manzana que limitarían significativamente la calidad de la misma.

La firmeza de la pulpa también contribuye a la *crocanza* de la manzana, por lo que es un aspecto a tener en cuenta debido a la variabilidad de los gustos de los consumidores.

#### **4.2.5. Época de cosecha UPOV (U-56).**

Se entiende por fecha de recolección aquella en la que los frutos más adelantados alcancen al menos un índice de 6 (medido con un penetrómetro) sin que los frutos sobrepasen el 7 de la escala de Cliff-Eurfru.

La manzana es un fruto climatérico cuya maduración está asociada con un fuerte incremento en la producción de etileno y la tasa de respiración. El proceso de maduración es diferente entre variedades y puede ser el resultado de las distintas concentraciones de etileno (Yoshioka *et al.*, 1991).

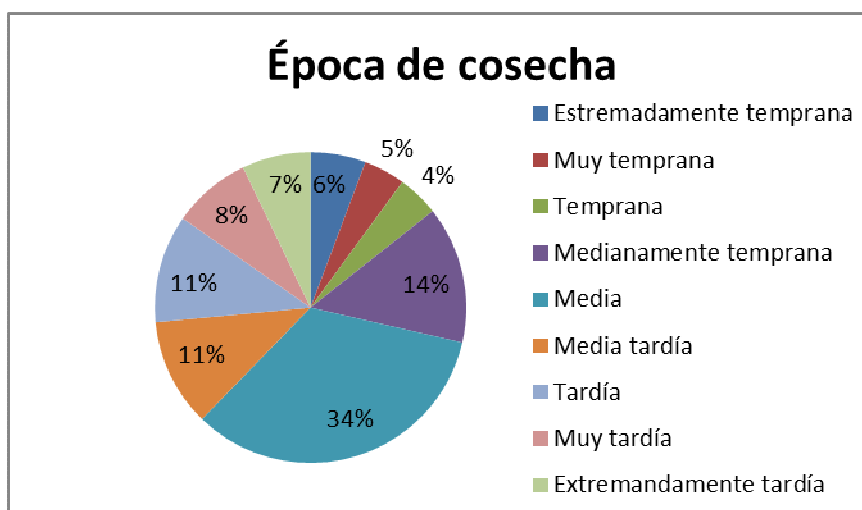
La manzana de mesa se debe recoger en función de la conservación, es decir, la recolección debe efectuarse en la fase preclimática, cuando los niveles de etileno son aún bajos, para así lograr una conservación prolongada. Las manzanas de maduración temprana deben recogerse justo antes de que maduren por completo. Sin embargo, los cultivares de maduración tardía no deben recogerse demasiado temprano o los frutos se marchitarán durante el almacenado (Álvarez, 1983).

Cuando la manzana se destina a la transformación, la recolección debe efectuarse en el momento en que la manzana mantiene el suficiente nivel de firmeza, de manera que permita la manipulación durante la recolección y el transporte entrañe el menor deterioro posible del fruto (Dapena, 1996).

En la actualidad, uno de los objetivos de los programas de mejora de variedades es el de mejorar el calendario de comercialización, bien sea para obtener variedades más precoces o más tardías, que suponen unos precios superiores según las regiones (Iglesias et al. 2007).

La determinación de la época de cosecha se efectuó usando la variedad “Golden Delicious” como referencia, la cual este año maduró en la primera quincena de Octubre. De esta manera se clasifican 9 grupos diferentes a partir de las fechas de recolección (figura 23).

En nuestro caso (figura 23), las primeras variedades que se recolectaron fueron clasificadas como “extremadamente tempranas”. Correspondieron tanto a variedades locales (‘MA-245’, ‘MA-247’, ‘MA-280’ y ‘MA-281’) como a variedades comerciales, ‘Akane’ es la que primero se recolectó y se clasificó como “muy temprana”.



**Figura 23:** Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función de la época de cosecha respecto a Golden Delicious.

El grupo mayoritario formado por el 34% de las accesiones estudiadas correspondió a “media”. A este grupo pertenecen las siguientes variedades comerciales: ‘Golden Delicious’, ‘Reineta’, ‘Reineta gris’, ‘Idared’ y ‘Verde Doncella’.

Las accesiones recolectadas “extremadamente tarde” fueron un 7%. En este grupo está la variedad comercial ‘Granny Smith’ y el resto corresponden a variedades locales ‘MA-058’, ‘MA-108’, ‘MA-109’, ‘MA-115’, ‘MA-141’ y ‘MA-142’ entre otras.

#### 4.2.6. Madurez de consumo UPOV (U-57)

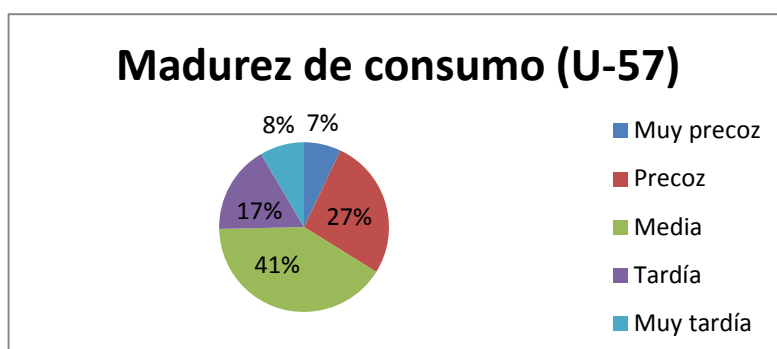
Los cambios en la composición bioquímica de la manzana tienen una importante repercusión en sus cualidades nutricionales y sensoriales. Por tanto, dada la evolución que se produce a lo largo de la maduración, es importante efectuar la recolección y proceder a su transformación o consumo en el momento adecuado. Para cada variedad es importante considerar en función de los valores de dureza: la fecha óptima de recolección comercial, el valor mínimo para conservación y transporte y otros máximos para la calidad (Carrera, 1999).

La madurez de consumo, se alcanza después de que el fruto experimente cambios físicos y químicos que le otorgan atributos deseables en cuanto a apariencia y sabor. En esta etapa, que coincide con su punto máximo climatérico, se produce la degradación del almidón, pérdida de clorofila y ácidos, mayor ablandamiento del fruto y un aumento de los aromas.

La determinación de la madurez de consumo se efectuó probando todas las manzanas y estableciendo la fecha en la que llegarían a su momento óptimo. Para establecer los grupos a partir de sus fechas de madurez de consumo, se usaron las variedades de referencia siguientes: 'Vista Bella' madura antes de 240 días y se clasifica como "muy precoz"; 'Gala' cuya madurez va entre 240-280 días, clasificándose como "precoz"; 'Golden' tarda entre 280-320 días y se clasifica como "media"; 'Fuji' 320-340 días, se cataloga como "tardía" y 'Granny Smith' más de 340 días y "muy tardía". De esta forma se clasifican los 5 grupos de madurez de consumo a partir de las fechas de madurez

En el gráfico (figura 24), se observa que la mayor parte de las variedades maduran de forma media (41%) o precoz (27%).

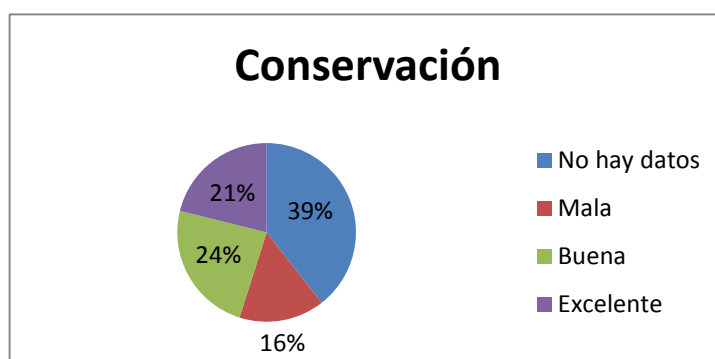
Un 7% es clasificado como "muy precoz", lo que puede deberse a que los frutos alcanzan la madurez de consumo óptima con valores superiores a 6 o que los frutos hayan sido analizados de forma prematura, ya que el ataque de carpocapsa (*Cydia pomonella*) provoca que la calidad de los frutos se degrade y caigan del árbol antes de que alcancen los valores requeridos.



**Figura 24:** Clasificación de la madurez del consumo. Porcentaje (%) de accesiones que están en cada nivel.

#### 4.2.7. Conservación.

De los ejemplares de manzano, de los que había suficientes muestras, se recogieron 50 frutos más para colocarlos en unas cámaras frigoríficas, a temperaturas entre 8°C y 10°C. La finalidad era observar cuanto tiempo aguantaban en la cámara sin bajar por debajo de 4.5 de la escala de Ctiff-Eurfru, y de esta forma evaluar su capacidad de conservación. En la figura 25, se observa la clasificación de cada variedad en función de los días de conservación en cámara.



**Figura 25:** Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función de su tiempo de conservación en las 65 accesiones evaluadas.

No se lograron tomar suficientes muestras en un 39% de las accesiones, ya que no había suficientes frutos para realizar el ensayo.

Sorprendentemente el 21% de accesiones presenta una “excelente” conservación, aguantando ‘MA-107’ más de 200 días o más de 180 días ‘MA-146’ y ‘MA-147’. Las variedades comerciales que mejor conservación presentaron fueron ‘Akane’ y ‘Fuji’.

La manzana recogida un poco más tarde de su época de cosecha, no admite períodos de conservación prolongados. En el estudio realizado, el 16% de las accesiones presentó “mala” conservación, aguantando menos de 50 días en la cámara ‘MA-058’, ‘MA-198’ y ‘MA-256’, frente a un 24% que se clasificó como “buena” conservación ya que aguanta más de 50 días.

La recolección precoz o tardía entraña riesgos de trastornos fisiológicos durante la conservación (Carrera, 1999). Durante todo el tiempo que duró el ensayo no se apreciaron este tipo de problemas en los frutos de manzano.

La escala de maduración de consumo y el tiempo de conservación de las variedades comerciales de referencia y accesiones prospectadas se exponen en la tabla 18, de forma que pueda servir de orientación en próximas cosechas. El conjunto total de accesiones maduró en la mayor parte del período estival-otoñal.

**Tabla 18:** Calendario de madurez de consumo (U-57) y tiempo de conservación de las variedades estudiadas del Banco de Germoplasma del CITA, en el interior de cada rectángulo se indica el tiempo de conservación (1: mala, 2: buena, 3: excelente).

Accesión	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	1ª quincena	2ª quincena	1ª quincena	2ª quincena	1ª quincena	2ª quincena	1ª quincena	2ª quincena	1ª quincena	2ª quincena
MA 281	3									
MA 245	1									
AKANE	3									
MA 280	1									
MA 110		3								
MA 199		2								
MA 166		2								
MA 247										
GALA			2							
Mc INTOSH			2							
MA 198			1							
MELROSE			2							
MA 107			3							
ELSTAR										
MA 256			1							
MA 246										
MA 267										
MA 279										
COX'S			2							
MA 253				2						
MA 249				2						
Reinta Gris										
MA 232										
MA 130										
MA 156										
IDARED				2						
MA 147					2					
MA 231					2					
MA 233					1					
MA 257										
MA 105					2					
MA 242					1					
REINETA					2					
Verde Doncella										
MA 100					1					
Golden Delicious										
MA 163					3					
MA 239										
MA 255										
MA 248										
MA 295						2				
MA 143						3				
MA 146						3				
MA 148										
MA 238						2				
MA 251						3				
MA 144										
MA 221										
MA 182										
MA 193							3			
MA 195							3			
MA 224							1			
MA 192							1			
MA 145										
FUJI 4113							3			
FUJI 4165							3			
MA 058										
Pink Lady								1		
MA 200								3		
MA 171								1		
MA 115								3		
MA 149										
MA 108								2		
MA 141										
MA 144								3		
Gran Smith										
MA 140										
MA 215										
MA 225									2	
MA 109										
MA 142										



### 4.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL FRUTO.

#### 4.3.1. Estudio de los sólidos solubles, acidez y pH de las variedades de manzano estudiadas

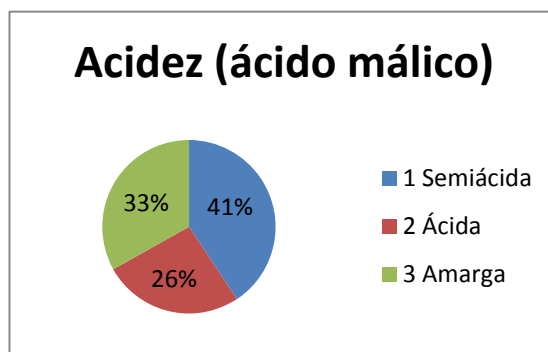
El método para hallar los °Brix, pH y la acidez total se ha realizado mediante la mezcla del zumo de 10 manzanas de muestra. Esta técnica no permite estudiar la variabilidad de la acidez ni la de los sólidos solubles de forma separada en la pulpa y en la piel de cada fruto. Diversos estudios han comprobado que los sólidos solubles son más representativos en la pulpa que en la piel (Ramos *et al.*, 2007).

Algunos compuestos manifiestan diferencias entre la pulpa y la piel ya que la actividad antioxidante es mucho más alta en la piel de la manzana, seguida por la fruta entera y por último la pulpa (Kunradi *et al.*, 2009).

En la tabla 19, se presentan los valores medios, máximo y mínimo del contenido en ácido málico, sólidos solubles y pH de las variedades analizadas en el banco de germoplasma del CITA.

En el caso de los sólidos solubles, se obtuvo un valor medio de 14.68 °Brix. Los cultivares comerciales más importantes, producen manzanas con un índice de °Brix superior a 11 (Iglesias *et al.*, 2000). Las variedades locales y comerciales de la colección mostraron valores superiores, siendo el valor máximo 19.7 °Brix 'MA-198' y el valor mínimo 11.3 °Brix 'MA-215'.

Los resultados obtenidos para la acidez (figura 26) se clasificaron en 3 grupos acorde con su contenido en ácido málico. Se clasificó como "semiácida" el 41% de las accesiones estudiadas, cuyo contenido en ácido málico era menor a 5.35 g/l. En este grupo destacaron la variedad local 'MA-163' 2.03 g/L y la variedad comercial 'Verde Doncella' con 2.68g/L. El 26% de las variedades presentan una acidez "ácida" y un 33% son de acidez "amarga". A este último grupo pertenecen las accesiones con un contenido en ácido málico mayor a 8.707 g/L. La variedad local 'MA-130' presenta el máximo contenido en ácido málico 15.33 g/L. En las variedades comerciales el máximo es 13.07 g/L 'Reineta'. En el grupo de acidez "amarga", se incluyen la mayoría de las variedades comerciales ya que presentan una media de 8.60g/L. Los valores obtenidos nos dan una idea del valor del germoplasma para clasificar las variedades para sidra, zumo o manzana de mesa.



**Figura 26:** Porcentaje (%) de accesiones clasificadas en función del contenido en ácido málico (g/l).

Estudios llevados a cabo por Dapena (1996), indican que la sidra asturiana de tipo natural podría estar constituida por un 40% de manzana ácida, 25% semiácida, 10% dulce y 25% de los grupos dulce-amargo, semiácido-amargos y ácido-amargos.

Por el contrario, para la elaboración de zumo se requieren variedades de los grupos semiácido, ácido y dulce. Otro de los requisitos es que el mosto obtenido tenga una relación azúcar/acidez acorde a las exigencias del consumidor; por lo tanto las variedades que mejor se adaptan a dichas exigencias son las del grupo semiácido, si bien se podría utilizar un cierto porcentaje de manzana ácida y dulce.

En lo que se refiere al pH, existe una elevada variabilidad entre los cultivares estudiados, con un rango comprendido entre los máximos, 4.89 para la variedad local 'MA-141' y de 4.61 para la comercial 'Verde Doncella' y los mínimos, 2.38 'MA-238' y 'Idared'. El valor medio del conjunto de las variedades es de 3.63 para las accesiones locales y 3.43 para las comerciales.

**Tabla 19:** Valores medios extremos de parámetros de calidad observados en las accesiones de montaña y variedades comerciales evaluadas.

	Intervalo accesiones CITA			Intervalo variedades comerciales		
Carácter	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media
<b>Sólidos solubles</b>	19.7 °Brix MA-198	11.3 °Brix MA-215	14.68 °Brix	18.3 °Brix Fuji 4113	12.7 °Brix Idared	15.04 °Brix
<b>Ácido málico</b>	15.33 g/L MA-130	2.03 g/L MA-163	6.35 g/L	13.07 g/L Reineta	2.68 g/L Verde Doncella	8.60 g/L
<b>pH</b>	4.89 MA-141	2.54 MA-238	3.63	4.61 Verde Doncella	3.12 Idared	3.43

#### **4.3.2. Estudio del contenido en azúcares, proteínas y oligoelementos (Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio y Sodio) de las variedades analizadas.**

Los compuestos analizados están directamente relacionados con las características del alimento como son la madurez, la palatabilidad y el valor nutricional e incluyen un numeroso grupo de compuestos que han sido sujeto de una extensa investigación como agentes preventivos de enfermedades.

En la tabla 20 se presentan los valores máximo y mínimo de fructosa (g/l), sacarosa (g/l), glucosa (g/l) y xilosa (g/l). Así como el coeficiente de variación intervarietal de manera porcentual (CV), que nos indica la variabilidad entre las accesiones de montaña y las variedades comerciales.

Los valores máximos y mínimos observados para cada uno de los caracteres de la tabla 20, nos indican que la colección de accesiones de montaña en conjunto muestra un intervalo de variabilidad muy amplio y casi del mismo orden que el que se observa en la colección de

comerciales. Destacando que la manzana es rica en azúcares, fructosa y sacarosa y en menor proporción en glucosa y xilosa.

**Tabla 20:** Valores extremos de parámetros de calidad y coeficiente de variación intervarietal (%) observados en las accesiones de montaña y variedades comerciales evaluadas.

	Intervalo accesiones de montaña			Intervalo variedades comerciales		
Carácter	Máximo	Mínimo	Coeficiente variación intervarietal (%)	Máximo	Mínimo	Coeficiente variación intervarietal (%)
<b>Fructosa (g/100ml)</b>	11.53 MA-107	4.50 MA-156	6.16%	11.19 Melrose	4.43 Granny Smith	5.16%
<b>Sacarosa (g/100ml)</b>	8.43 MA-109	1.06 MA-280	2.88%	7.24 Gala	0.68 Akane	2.75%
<b>Glucosa (g/100ml)</b>	4.26 MA-221	0.99 MA-199	4.60%	5.10 Fuji 4113	0.76 Mack Intosh	5.52%
<b>Xilosa (g/100ml)</b>	1.17 MA-231	<0.01 VARIAS	24.40%	0.15 Akane	<0.01 Mack Intosh Granny Smith	37.78%
<b>Proteínas (g/100g)</b>	0.60 MA-279	0.12 MA-224	34.08%	0.43 Gala	0.21 Idared	34.48%
<b>Calcio (mg/100g)</b>	9.64 MA-156	0.98 MA-105	6.17%	12.65 Granny Smith	1.89 Melrose	4.94%
<b>Magnesio (mg/100g)</b>	11.02 MA-156	3.01 MA-249	2.90%	10.88 Granny Smith	3.71 Elstar	2.36%
<b>Fósforo (mg/100g)</b>	22.34 MA-109	6.29 MA-281	3.30%	18.49 Mack Intosh	7.21 Fujin4165	2.14%
<b>Potasio (mg/100g)</b>	177.40 MA-200	25.15 MA-249	21.47%	43.20 Cox's	3.96 Reineta Gris	10.80%
<b>Sodio (mg/100g)</b>	51.45 MA-279	3.63 MA-149	7.73%	43.20 Cox's	7.69 Fuji 4113	5.03%

El contenido de azúcares es un atributo importante que determina tanto el sabor dulce de las variedades de mesa como la aptitud industrial para los procesos fermentativos (Silveria *et al.*, 2007).

Se obtuvieron unas variaciones relativamente importantes entre los cultivares analizados (tabla 20). En lo que se refiere a el contenido en sacarosa varía entre 8.43 (g/100ml) 'MA-109' y 1.06 (g/100ml) 'MA-280' para las accesiones locales y 7.24 (g/100ml) 'Gala' y 0.68 (g/100ml) 'Akane' para las accesiones comerciales. El coeficiente de variación intervarietal (%) para los dos grupos de accesiones fue muy similar para ambas.

En comparación con los estudios tecnológicos llevados a cabo en las variedades de manzano de sidra francesa, se puede decir que en Francia están interesados en la obtención de sidras parcialmente fermentadas, por lo tanto seleccionan variedades con un alto contenido en azúcares, de tal modo que la sidra obtenida a partir de un mosto con un bajo contenido de nitrógeno pueda quedar suficientemente estabilizada en presencia de azúcares residuales potencialmente fermentables (Drilleau, 1989).

En lo que respecta al contenido en glucosa el valor más bajo lo contienen las variedades 'MA-199' y 'Mack Intosh' y el valor más alto las variedades 'MA-221' y 'Fuji 4113' con 4.26 (g/100ml) y 5.10 (g/100ml). El coeficiente de variación intervarietal es mayor en las accesiones locales 4.60% que en las variedades comerciales 5.52%.

El contenido en nitrógeno relacionado con la cantidad de proteína aumenta en la fase final de la maduración del fruto. Por un lado, los polifenoles contribuyen significativamente al sabor, aroma de la manzana y por otro lado, los compuestos nitrogenados en relación con el contenido de proteínas intervienen activamente en la formación del aroma de los productos fermentados, así como en la velocidad del proceso fermentativo (Dapena, 1996).

Los resultados analíticos obtenidos para el contenido de proteínas muestran valores altos. Los máximos son 0.60 (g/100g) para 'MA-279' y 0.43 (g/100g) para la variedad comercial 'Gala' y los mínimos son de 0.12 (g/100g) 'MA-224' y 0.21 (g/100g) 'Idared'. Hay que tener en cuenta que la fertilización nitrogenada ha sido muy escasa en las parcelas. El coeficiente de variación intervarietal (%) fue muy similar para ambas.

El calcio tiene también una repercusión tecnológica importante, dado que participa en los procesos de clarificación prefermentativa del mosto de manzano destinado a la elaboración de la sidra. Los resultados del contenido de calcio en las variedades analizadas muestran que las variedades comerciales tienen mayor contenido en calcio que las locales, por eso el coeficiente de variación intervarietal es diferente, 6.17% para las accesiones locales y 4.94% para las variedades comerciales. El máximo contenido en calcio dentro de la colección es de 12.65 (mg/100g) en 'Granny Smith' y el mínimo es de 0.98 (g/100mg) en 'MA-105'.

La manzana es rica también en otros elementos minerales como el Magnesio, Fósforo, Sodio, Potasio, Hierro y Boro (Marcelle, 1995).

El potasio tiene que ver con la transmisión de los nervios y la contracción de todos los músculos, incluido el corazón. Es uno de los minerales esenciales para el mantenimiento normal de la tensión arterial y la función del corazón. Los resultados del análisis muestran que las accesiones locales poseen mayor contenido en potasio que las variedades comerciales. Los resultados de esta heterogeneidad se observan en el coeficiente de variación intervarietal, que es de 21.47% para las accesiones locales y de un 10.80% para las variedades comerciales. La accesión local 'MA-200' es la que mayor contenido en potasio presenta 177.40 (mg/100 g).

El magnesio es un elemento importante en nuestro organismo. Cuando los niveles de magnesio son altos, las venas y arterias se relajan, reduciendo la resistencia y permitiendo un flujo mayor de oxígeno y sangre rica en nutrientes. Los resultados de los análisis de Magnesio dieron coeficientes de variación intervarietal muy similares, siendo el de las accesiones locales un poco superior 2.90% frente a 2.36% de las comerciales.

Además de combatir la hipertensión consumiendo alimentos ricos en calcio y magnesio, es recomendable el consumo de alimentos ricos en fósforo. El contenido en fósforo varía entre 22.34 (mg/100g) 'MA-109' y 6.29 (mg/100g) 'MA-281', perteneciendo los valores máximo y mínimo a las accesiones locales. Los coeficientes de variación intervarietal son heterogéneos siendo 3.30% para las accesiones locales y 2.14% para las variedades comerciales.

El sodio juega un papel importante en el control del agua dentro de las células y en la función de los impulsos nerviosos y de los músculos. Los análisis mostraron que las variedades locales presentan mayor cantidad en sodio con valores máximos de 51.45 (mg/100g) 'MA-279' frente a 43.20 (mg/100g) de 'Cox's'. El coeficiente de variación intervarietal fue heterogéneo 7.73% para las accesiones locales y 5.03% para las variedades comerciales.

#### ***4.3.3. Número de clases (NC) de cada carácter para las accesiones locales y las variedades comerciales de referencia.***

Para establecer los niveles de una serie de caracteres, el IPGRI y la UPOV utilizan variedades concretas de referencia que no se suelen disponer en todos los bancos de germoplasma. Este es el caso en el que se haya el banco de germoplasma del CITA, y para solventar el problema, se ha procedido como Santesteban *et al.*, (2009). Se determinaron los niveles de cada carácter de tipo cuantitativos en función de la variabilidad intraclonal y el rango de valores observados entre el conjunto de las accesiones. De tal manera que cuanto mayor sea la variabilidad, y menor la desviación típica de cada accesión para un mismo carácter, mayor será el número de clases a definir en los dos grupos de accesiones (las accesiones locales y las de referencia).

Según los datos obtenidos para cada descriptor, es mayor el número de clases en el conjunto de las accesiones locales que en el conjunto de variedades de referencia. Como puede observarse (tabla 21), las accesiones prospectadas en zonas de montaña presentan igual o mayor número de clases que las previstas en la UPOV, excepto para los descriptores del tamaño UPOV peso del fruto (U-24), profundidad del ojo (U-48) y la profundidad del ojo UPOV (U-50).

Los descriptores relacionados con la altura y el diámetro del fruto muestran mayor número de clases que los descriptores UPOV, obteniendo mayor número de formas, ya que si se obtienen valores bajos el fruto tiende a ser achatado y si es un valor alto el fruto tiende a ser alargado.

Es importante conocer la longitud y el grosor del pedúnculo y la profundidad de la cavidad peduncular. Los pedúnculos pequeños y gruesos tienen menor flexibilidad y es más fácil que se caigan al suelo por el peso del fruto. Lo que provoca graves pérdidas económicas y la caída prematura de los frutos, sobre todo en zonas con fuertes vientos. Los resultados del número de clases para estos descriptores fueron iguales entre las variedades locales y las de la UPOV (tabla 21).

Para evitar la pérdida de calidad de la manzana es necesario que los frutos presenten una adecuada resistencia, con el fin de que se produzcan los mínimos daños posibles en los procesos de manipulación y conservación. El número de clases establecido para la firmeza de las accesiones locales fue mayor que el que se presenta en los descriptores de la UPOV, lo que nos indica la variabilidad de la colección.

En la tabla 21, se muestra el número de clases de las accesiones locales, las variedades comerciales y los descriptores UPOV. Además dentro de cada descriptor se muestra el valor máximo y mínimo, el RB, la media RA, la media SDA y el número de clases que se ha obtenido.

**Tabla 21:** Cálculo del número de clases (CN), para algunos descriptores cuantitativos de las accesiones (locales, y comerciales) y los descriptores UPOV estudiados.

Descriptor	Intervalo accesiones locales CITA						Intervalo variedades comerciales						UPOV
	Máximo	Mínimo	R <sub>B</sub>	Media R <sub>A</sub>	Media SD <sub>A</sub>	CN	Máximo	Mínimo	R <sub>B</sub>	Media R <sub>A</sub>	Media SD <sub>A</sub>	CN	CN
Tamaño UPOV(U-24)	421.3	40.55	380.75	50.20	18.75	5	268.92	86.3	182.62	46.05	18.42	3	6
Altura UPOV(U-25)	8.602	4.041	8.602	1.01	0.37	6	7.55	5.16	2.397	0.73	0.28	2	5
Diámetro UPOV(U-26)	10.892	5.15	10.892	1.08	0.41	7	9.30	6.21	3.09	0.79	0.31	3	6
Relación altura/diámetro UPOV(U-27)	1.16	0.7	1.16	0.15	0.03	8	0.097	0.074	0.023	0.006	0.002	2	7
Tamaño ojo UPOV(U-31)	1.502	0.398	1.50	0.21	0.08	5	0.99	0.20	0.79	0.19	0.07	3	3
Longitud pedúnculo UPOV(U-46)	3.38	0.349	3.38	0.61	0.20	4	3.38	1.006	2.38	0.57	0.22	3	4
Grosor pedúnculo UPOV(U-47)	0.62	0.159	0.62	0.11	0.04	4	0.53	0.17	0.36	0.08	0.03	3	4
Prof. cav. peduncular UPOV(U-48)	2.59	1.03	2.58	0.45	0.15	4	2.32	1.08	1.24	0.39	0.15	2	5
Anchura cav. peduncular UPOV(U-49)	5.10	1.93	5.01	0.65	0.21	6	4.64	2.64	2.00	0.48	0.19	3	5
Profundidad ojo UPOV(U-50)	1.40	0.3196	1.4	0.27	0.09	4	1.14	0.48	0.65	0.18	0.07	2	5
Anchura cav ojo UPOV(U-51)	4.3	1.53	4.3	0.50	0.17	6	3.67	2.05	1.62	0.40	0.15	3	6
Firmeza UPOV(U-52)	10.3	4.2	6.1	1.1	0.36	4	10.3	5.7	4.6	1.27	0.51	2	3





#### 4.4. ACCESIONES DESTACABLES

En el conjunto de accesiones algunas destacan del resto en uno o más parámetros de los estudiados en este apartado por el hecho de que muestran valores extremos y es posible que, por ello, sean los más diferentes desde el punto de vista genético. Visualmente algunas accesiones destacaron por:

- Sus estrías: 'MA-105', 'MA-192', 'MA-233' y 'MA-239'.
- Cambios muy vistosos de coloración en la chapa: 'MA-107', 'MA-108', 'MA-115', 'MA-143', 'MA-221' y 'MA-245'.
- Alto contenido en cera 'MA-267'.
- Forma llamativa: 'MA-251' tiene forma de tomate.
- Apariencia diferente por ser muy densas en la boca pero con muy buenas cualidades organolépticas: 'MA-200' y 'MA-242'.
- Gran calibre: 'MA-145', 'MA-146', 'MA-147' y 'MA-171'.

En la Tabla 22, se indican dichas accesiones destacando: 'MA-140', 'MA-141', 'MA-115' y 'MA-058', que muestran valores muy extremos en los diferentes caracteres estudiados por lo que es previsible que sean las más diferentes desde el punto de vista genético.

**Tabla 22:** Accesiones que destacan por valores extremos en uno o varios caracteres cuantitativos de fruto.

Carácter	Accesión máximo valor	Accesión mínimo valor
Tamaño UPOV(U-24)	MA-115	MA-058
Relación altura/diámetro UPOV(U-27)	MA-140	MA-141
Longitud pedúnculo UPOV(U-46)	MA-110	MA-140
Grosor pedúnculo UPOV(U-47)	MA-143	MA-141
Prof. cav peduncular UPOV(U-48)	MA-115	MA-058
Firmeza UPOV(U-52)	MA-109	MA-140
°Brix	MA-198	MA-267
Acidez total	MA-130	MA-163
	MA-281	MA-142
Recolección	Recolección temprana a primeros de Agosto	Recolección tardía a primeros de Diciembre.
Conservación	MA-107 Se conservó en cámara 205 días	Variedades tempranas.

De todos los resultados anteriores se deduce que al menos algunas de las accesiones prospectadas en zonas de montaña van a contribuir a ampliar la variabilidad conservada en Banco del CITA.

## 4.5. ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS JERÁRQUICOS.

En la tabla 22, se muestra el dendrograma que agrupa todas las variedades estudiadas en función de las 32 variables analizadas en la caracterización morfológica del fruto. Los resultados determinaron cinco grupos, cada uno constituido por diferente número de accesiones:

- El *primer grupo* (I) estuvo integrado por 10 accesiones locales y dos de referencia 'Reineta Gris' y 'Reineta'. Todas las accesiones locales de este grupo muestran color de fondo verdoso, con tamaños análogos y forma globulosa o globulosa troncocónica, siendo muy similares a las variedades de referencia 'Reineta' y 'Reineta Gris'.
- El *segundo grupo* (II) es el más destacado. Constituido por 13 variedades comerciales y 25 accesiones locales. Dentro de este grupo, algunas accesiones locales son muy similares a las de referencia, se nombran las más llamativas a continuación:

Las variedades locales 'MA-255' y 'MA-182' son muy similares a 'Golden Delicious' en color y forma. Lo mismo ocurre con 'MA-281' que es muy parecida a 'FUJI 4165', 'MA-144' a 'Cox' y 'MA-144' a 'Gala'. Las accesiones más similares a 'Pink Lady' son 'MA-249', 'MA-233', 'MA-245', 'MA-142' y las que son parecidas a 'Akane' son 'MA-105', 'MA-251'.

Las accesiones 'MA-143', 'MA-246', 'MA-108', 'MA-115' poseen una forma muy homogénea y cambios de chapa muy llamativos, además de ser muy aromáticas, son similares a la variedad de referencia 'Melrose'.

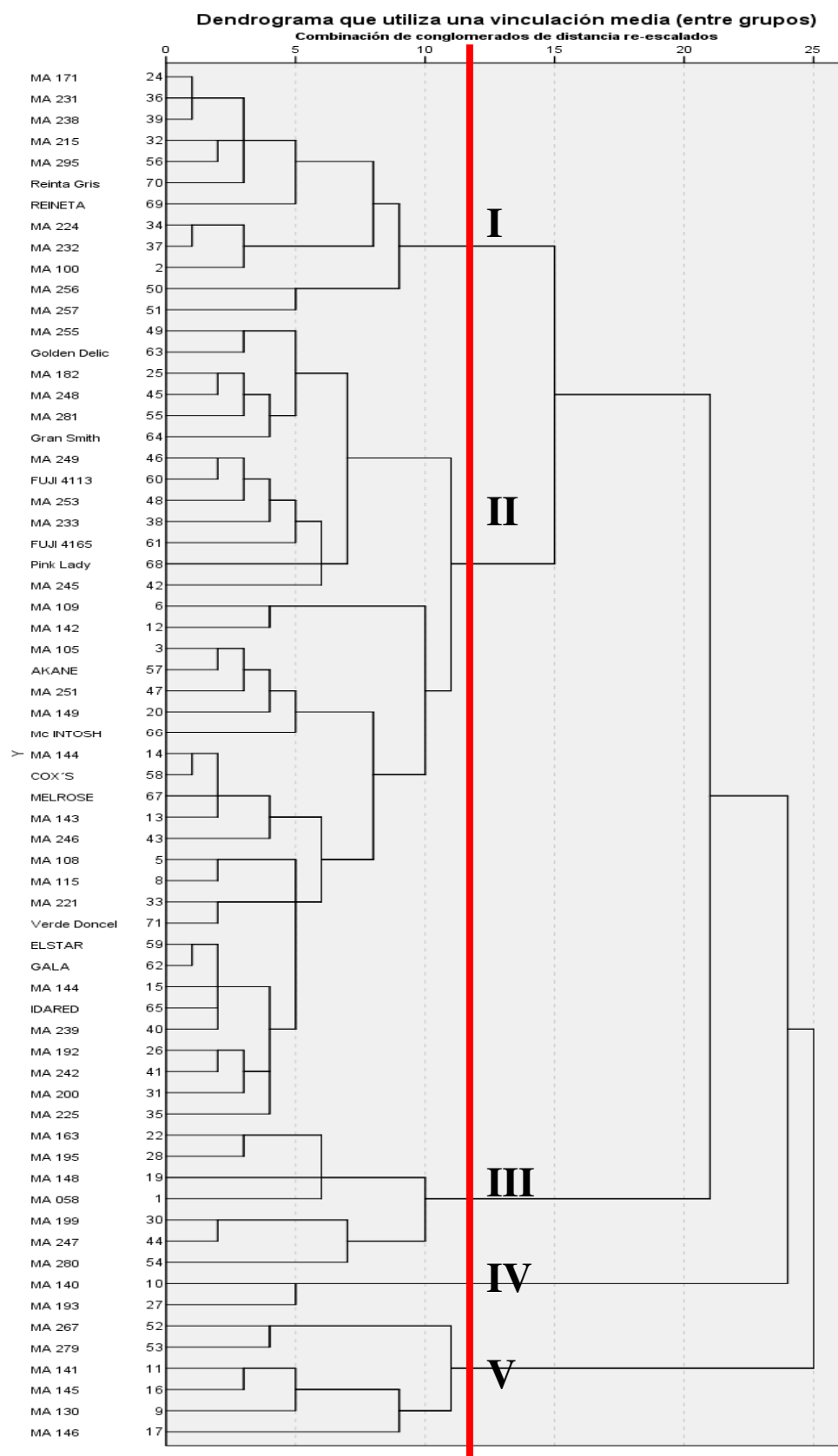
Las variedades que más se asemejan a 'Idared' son 'MA-239', 'MA-192', 'MA-242' y 'MA-200'. Además, poseen colores de chapa muy análogos, presentando colores envejecidos.

- El *tercer grupo* (III) está formado por 5 variedades locales que presentan un tamaño pequeño y pedúnculos largos.
- El *cuarto grupo* (IV) está formado por dos variedades locales caracterizadas por ser muy aromáticas y dulces.
- El *quinto grupo* (V) está compuesto por 6 variedades locales que presentan un alto contenido en cera, lo que les hace ser muy atractivas hacia el consumidor.

Las accesiones evaluadas en este estudio se caracterizaron molecularmente con 20 SSRs (Pina *et al.*, 2014) y se observó que las accesiones 'MA-108', 'MA-115', 'MA-200', 'MA-225', 'MA-163', 'MA-193', 'MA-195'; y 'MA-238', 'MA-224', 'MA-232' presentaban el mismo perfil alélico. Sin embargo, este trabajo pone de manifiesto diferencias fenotípicas entre estas accesiones que sugieren la existencia de mutaciones no detectadas con los SSRs.

Estas diferencias, evidencian la necesidad de complementar las caracterizaciones moleculares dentro de bancos de germoplasma con una caracterización fenotípica en base a criterios homogéneos.

**Tabla22:** Dendrograma de asociación de 15 variedades de manzano comerciales y 56 accesiones locales con base a 32 variables cuantitativas y cualitativas estudiadas del fruto.





## **5. CONCLUSIONES**



## 5. CONCLUSIONES

1. Las accesiones locales se han caracterizado por valores elevados de firmeza y excelente mantenimiento en el tiempo, madurando de forma media. Lo que nos indica un amplio abanico de tiempos de recolección, aspecto característico de la maduración de la manzana en zonas de montaña.
2. La mayoría de los frutos son de calibre mediano y grande, con poco peso y forma entre globulosa y aplanada globulosa. El color de la pulpa es entre blanco y amarillento, mostrando la mayoría un pedúnculo de longitud y grosor medios. El color predominante de fondo de los frutos es el verde amarillento, no pudiéndose observar en todos por la presencia de *russetting*.
3. En cuanto a su interés potencial de cara a una futura entrada de estas variedades en el mercado, se observó que la mayoría de los frutos presenta chapa en forma de placas estriadas de colores naranja, rosa y rojo. También se aprecia que en 'MA-108', 'MA-115' y 'MA-144' la chapa puede ser un indicador de la madurez del fruto, ya que estas variedades la desarrollaron en el momento adecuado para su recolección. Además, las variedades locales 'MA-115', 'MA-143', 'MA-239' y 'MA-247' poseen un fuerte contenido en cera lo que las hace ser más atractivas de cara al consumidor.
4. Respecto a los caracteres cuantitativos, las diferencias existentes entre las variedades locales indican que se trata de una colección con una variabilidad considerable, ya que el intervalo de valores obtenido es mayor que el observado en las variedades de referencia analizadas del Banco de Germoplasma del CITA. En lo referido a los caracteres cualitativos, se comprueba que se observan la mayor parte de las clases previstas en cada uno de ellos. Por lo tanto, la colección del CITA de accesiones, pertenecientes a zonas de montaña de Aragón, presenta una mayor variabilidad que el conjunto de variedades de referencia analizadas, lo que demuestra el interés potencial de las variedades locales para incorporarlo en programas de mejora.
5. Se observa que en conjunto para los valores de azúcares, oligoelementos y proteínas las accesiones muestran un intervalo de variabilidad muy amplio, siendo superior en la mayoría de los parámetros las variedades locales frente a las de referencia. Lo que pone de manifiesto el potencial de estas variedades locales en cuanto a su calidad organoléptica, nutricional y su aptitud tanto para consumo en fresco como para la elaboración de sidra.
6. Se han catalogado las variedades, en función del contenido en sólidos solubles, ácidos y °Brix, lo que sin duda permitirá establecer las mezclas precisas de variedades para la elaboración de sidra y otros derivados de la manzana.
7. El análisis individualizado de los azúcares mayoritarios ha permitido identificar el contenido en azúcares totales, fructosa, glucosa y sacarosa, lo que nos facilitará el uso de las mismas en procesos de transformación.

8. Las variedades locales que más destacan son: 'MA-140', 'MA-141', 'MA-115' y 'MA-058', que muestran valores muy extremos en los diferentes caracteres estudiados por lo que es previsible que sean las más diferentes desde el punto de vista genético.
9. Este trabajo pone de manifiesto diferencias fenotípicas entre accesiones que presentan los mismos perfiles alélicos. Estas diferencias evidencian el interés de la caracterización fenotípica como fuente de información adicional a la caracterización molecular.



## **6. BIBLIOGRAFÍA**



## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ALSTON, F.H. 1989. Breeding pome fruits with stable resistance to diseases: 2. Selection techniques and breeding strategy. In: C. Gesler, & D.J. Butt (Eds.). Proceedings Working group "Integrated plant protection in orchards". Subgroup "Integrated control of pome fruit diseases". Brissago. 30/10-4/11/1988. WPRS Bulletin. Vol. II. 90-99. (C.III).
- ALVAREZ, S. 1983. El manzano. MAPA. Aedos. (C. IV).
- ALVAREZ, S., 1988. El manzano. M.A.P.A. Servicio de Extensión Agraria, Ed, Aedos S.A. Barcelona 431p.
- ARAGON.ES. 2014.  
[http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03\\_Estadisticas\\_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/ci.03_Estadisticas_AGRICOLAS.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM100000450a15acRCRD)
- BAREA PASCUAL, A. 1991. Autenticidad varietal y métodos de identificación morfológica. Hortofruticultura 5. Pp 70-75.
- BASSI, D., SELLI, R. 1990. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. Advanced Horticultural Science 4, 107-112.
- BERNARDO J., MIRANDA C., GONZAGA L. 2009. Cuestiones referentes al sector de frutales de pepita y hueso más relevantes para la definición de la política de seguros agrarios: situación actual y tendencias a corto y medio plazo. Departamento de producción Agraria. Universidad pública de Navarra. Pp. 150.
- BIOVERSITY, 2014. <http://www.bioversityinternational.org/about-us/>
- BLANCO, D., GUTIÉRREZ, M. D., MANGAS, J.J., & NOVAL, A. 1988. Determination of sugars and alcohols in apple juice and cider by HPLC. Chromatographia, 25 (8), 701-706. (C.VIII).
- BRUHN, C., FELDMAN, N., GARLITZ, C., HARWOOD, ., IVANS, E., MARSHALL, M., RILEY, A., THURBER, D., WILLIAMSON, E. 1991. Consumer perceptions of quality. Apricots, cantaloupes, peaches, pears, strawberries and tomatoes. Journal of Food Quality 14 (3), 187-195.
- CASTELLARNAU, 2002. The Apple tree breeding: the New Zeland example. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries, Lleida (España).
- CAMARA, M. 2006. Calidad nutricional y salud. En: G. Llácer, M. J. Díez, J. M. Carrilo and M. L. Badenes (eds), Mejora Genética de la Calidad en las Plantas. Universidad Politécnica de Valencia, 43-66.
- CAMBRA R., IBARZ P., 1975. Variedades de manzano en España. Estación experimental Aula Dei, Zaragoza. Pp 52.

- CAMBRA, R. 1975. Evolución de la estructura varietal del manzano en España. ITEA 17, PP. 11-21
- CARRERA M., 1999: Variedades y calidad de las manzanas de Aragón. Unidad de Fruticultura SIA-DGA. APEPH. Pp 59.
- COLARIC, M., VEBERIC, R., STAMPAR, F., HUDINA, M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and Chemicals attributes. Journal of the Science of Food and Agriculture 85 (15), 2611-2616
- COQUE, M.; DÍAZ, M. B.; GARCÍA, J. C. 1996. El cultivo del manzano en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Principado de Asturias. Consejería de Agricultura. Oviedo. 223 pp.
- COUTANCEAU, M. 1971. Fruticultura. Técnicas y economía de los cultivos de rosáceas leñosas productoras de fruta. Oikos- Taw. Barcelona. Pp 46- 47.
- CRUZ M., 2003. Un programa en marcha. Mejoramiento genético. Frutales y viñas. Mayo - Junio 2003. Pp 34-35.
- CUBERO, J.I. 1983. Los recursos filogenéticos, fuente de variabilidad para la mejora genética del futuro. En "Los recursos filogenéticos y las nuevas variedades vegetales: Su impacto en el sector agrario". XV Jornadas de estudio de la Asociación interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Zaragoza 10-12 mayo.
- CTIFL., 2002. Le pommier; monographie. France. Pp 56.
- DAPENA DE LA FUENTE, E. 1990. Estudio agronómico y tecnológico de variedades Asturianas de manzana de sidra. Consejería de Agricultura y Pesca de Oviedo, pp. 10-21.
- DAPENA DE LA FUENTE, E., COQUE FUERTES, M., MANGAS ALONSO, J.J., BLANQUEZ NOGUERO, M.D. 1991. Programas de investigación en manzana de sidra del Centro de Experimentación Agraria del principado de Asturias, Fruticultura Profesional 38, pp 43-47.
- DAPENA, 1996. Comportamiento agronómico y tecnológico de variedades de manzano Asturianas. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo. Pp322.
- DIRLEWANGER, E., MOING, A., ROTHAN, C., SVANELLA, L., PRONIER, V., GUYE, A., PLOMION, C., MONET, R. 1999. Mapping QTLs controlling fruit quality in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch), Theoretical and Applied Genetics 98 (1), 18-31.
- DRILLEAU, J.F. 1989. Pommes à cidre. Sélection technologique des variétés. Pomme, 15, 19-22. (C. IV y VIII).
- DURHAM, R.E., KORBAN, S.S. 1994. Evidence of gene introgression in apple using RAPD markers. Uphytica 79, pp. 109-204

- ERREA P. 2007. El patrimonio frutal de los pueblos abandonados de Aragón. Una mirada al ayer para recuperar el mañana. *Naturaleza Aragonesa* nº19: 37-44
- ESQUINAS-ALCAZAR, J. 1983. Los recursos filogenéticos como patrimonio de la Humanidad. Acciones internacionales para su salvaguarda. En los “recursos filogenéticos y las nuevas variedades vegetales: su impacto en el sector agrario”. XV Jornadas de estudio de la Asociación interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Zaragoza 10-12 mayo.
- FAO. 2014. Plan de Acción Mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal. FAO, Roma.
- FAO. 2014. Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo.
- FAOSTAT. 2014. Agriculture. Archivos de producción mundial de manzano de la época 2002-2012. <http://faostat.fao.org/site/613/DesktopDefault.aspx?PageID=613#ancor>
- FAOSTAT. 2014. Agriculture. Producción de España comparada con las potencias mundiales en toneladas, durante 2002-2012. (<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>)
- FORSLINE, P.L., ALDWINCKLE, H.S., DICKSON, E.E., LUBY, J.J., HOKANSON, S.C. 2003. Collection, maintenance, characterization, and utilization of wild apples of central Asia. In: Janick J, Forsline PL, Dickson EE, Thompson M, Way RD (eds) *Horticultural reviews wild apple and fruit trees of Central Asia*, vol 29. Wiley, New York, pp 1-61
- GARCIA RUIZ, 1988. La evolución de la agricultura de montaña y sus efectos sobre la dinámica del paisaje. *Revista de estudios agrosociales*, 146: 7-37.
- GHARGHANI, A., ZAMANI, Z., TALAIE, A., ORAGUZIE, N.C., FATAHI, R., HAJNAJARI, H., WIEDOW, C., GARDINER, S.E. 2009. Genetic identity and relationships of Iranian apple (*Malus x domestica* Borkh.) cultivars and landraces, wild *Malus* species and representative old apple cultivars based on simple sequence repeat (SSR) marker analysis. *Genet Resour Crop Evol* 56: 829 -842
- GURRIERI, F., AUDERGON, J. M., ALBAGNAC, G., REICH. M. 2001. Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. *Euphytica* 117 (3), 183-189.
- HARRIS, S.A., ROBINSON, J.P., JUNIPER, B.E. 2002. Genetic clues to the origin of the apple. *Trends Genet* 18: 426-430.
- HÖFER M., FLACHOWSKY H., HANKE M. V., SEMĚNOV V., SLAVAS A., BANDRUKO I., SOROKIN A., ALEXANIAN S., 2013. Assessment of phenotypic variation of *Malus orientalis* in the North Caucasus region. *Genet Resour Crop Evol* 60: 1463-1477.
- HOKANSON S.C., MCFERSON, J.R., FORSLINE, P.H., LAMBOY, W.F., LUBY, J.J., DJANGALIEV, A.D., ALDWINCKLE, H.S. 197. Collecting and managing wild *Malus* germplasm in its center of diversity. *HortScience* 32: 173-176

- IGLESIAS CASTELLARNAU, I. 1993. El russeting de las manzanas. *Fruticultura Profesional*, 59 (extraordinario). Pp 53-73.
- IGLESIAS CASTELLARNAU, I. 1998. Fruticultura. Situación y evolución de las producciones y de las técnicas de producción en la Unión Europea. *Fruticultura Profesional*, 94. Pp 6-15.
- IGLESIAS CASTELLARNAU, I., CARBÓ PERICAY, J., BONANYROCSA, J., DALMAU BARBAROJA, R., GUANTER FEIXAS, G., MONTERRAT SANDRÁ, R., MORENO TORRES, A., PAGÉS GRAU, J.M. 2000. Manzano: las variedades de más interés. Ed: institut de recerca i tecnològia Agroalimentàries. Barcelona, pp 13-17.
- IGLESIAS I., 2002. La mejora genética del manzano: el ejemplo de Nueva Zelanda (I). *Vida rural*. Pp 52 – 56.
- IGLESIAS I., 2005. Nuevas variedades de fruta dulce. Innovación, diversificación y calidad en beneficio de la salud y del disfrute de los consumidores. *Frutas-hortalizas*. Pp 144-159.
- IGLESIAS I., CARBÓ J., BONANY J., 2007. Últimos avances en innovación varietal en manzano. *Vida rural*. Pp 54-60.
- IGLESIAS, 2012. La fruticultura como alternativa para la producción de manzana de alta calidad y el desarrollo sostenible de zonas de montaña. *Revista de Fruticultura*. Nº21. Pp 14-27.
- JACKSON, D. y J. PALMER. 1999. Pome fruits. pp. 189-202. En: Jackson, D.I. y N.E. Looney (Eds.).
- JACKSON, J.E. 2003. *Biology of Apples and Pears*. Universidad de Cambridge. 488 pp.
- JARAMILLO, S., BAENA, M. 2000. Conservación Ex situ de Recursos Filogenéticos. Material producido con el apoyo del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria de España. Colombia. 128 pp.
- KNEE, M. 2002. *Fruit Quality and Its Biological Basis*. Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield, UK. 293 pp.
- KORBAN, S.S.; SKIRVIN, R. M. 1983. Evaluation of *Malus* germplasm for resistance to powdery mildew. *Hort. Science*, 18, 219-220.
- KUNRADI F. G., CAMPELO G. D., COPETTI C., GONZAGA V., NUNES E., FETT R., 2009. Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the whole fruit, flesh and peel of three Apple cultivars. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. Vol. 59 Nº 1. Pp 101- 115.
- LANGENFELDS, V. 1991. *Apple-trees –morphological evolution, phylogeny, geography, systematics.*, University of Latvia, Riga.
- LASANTA MARTINEZ, T. 1990. Diversidad de usos e integración espacial en la gestión tradicional del territorio en las montañas de Europa occidental. En: *Geología de las áreas de montaña*. J.M. García Ruiz (ed). 235-266.

- LASANTA, T., ERREA, MP. 2001. El proceso temporal de despoblación: La evolución demográfica durante el siglo XX. Cap. II. Pg. 19-42 En: Despoblación y marginación en la sierra riojana. Instituto de Estudios Riojanos, Cuaderno 9.
- LEDBETTER, C., PETERSON, S., JENNER, J. 2006. Modification of sugar profiles in Californian adapted apricots (*Prunus armeniaca* L.) through breeding with Central Asian germplasm. *Euphytica* 148 (3), 251-259.
- LEE, B. B. 2007. Antioxidative and anticancer activity of extracts of cherry (*Prunus serrulata* var. *spontanea*) blossoms. *Plant Foods for Human Nutrition* 62 (2), 79-84.
- LUBY, J.; FORSLINE, P.; ALDWINCKLE, H.; BUS, V.; GIEBEL, M. 2001. Silk road apples-Collection, evaluation and utilization of *Malus Sieversii* from Central Asia. *HortScience* 36. Pp225-231.
- LULE, S. U., XIA, W.S. 2005. Food phenolics, pros and cons: a review. *Food Reviews International* 21 (4), 367-368.
- MARCELLE, R. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. *acta hort. (ishs)* 383:219-226.
- MARTÍNEZ A., ORTIZ A., MONTESINOS E., MURILLO J., 2009. Evaluation of a Cider Apple Germplasm Collection of Local Cultivars from Spain for Resistance to Fire Blight (*Erwinia amylovora*). Using a Combination of Inoculation Assays on Leaves and Shoots. *HortScience* Vol 44 (5): 12223-1227.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2014). Anuario estadístico 2012. <http://www.magrama.es/>
- PHIPPS, J.B., K.R. ROBERTSON, P.G. SMITH Y J.R. ROHRER. 1990. A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae). *Can. J. Bot.* 68, 2209-2269.
- PINA A; ESPILAU MT, WUNSCH A, ERREA MP Y ERREA P. 2009. Prospección y evaluación de variedades locales de zonas de montaña de Aragón. *Acta Horticulturae*. 54, 52-52.
- PINA A, ABÓS E, ERREA P, 2012. Caracterización molecular de accesiones locales de manzano prospectadas en zonas de montaña de Aragón. *Actas de Horticultura* no 62. pp. 219-220
- PINA A, URRESTARAZU J, ERREA P. 2014. Analysis of the genetic diversity of local apple cultivars from mountainous areas from Aragon (Northeastern Spain). *Scientia Horticulturae*. 174, 1-9.
- PONOMARENKO, V.V. 1987. History of *Malus domestica* Borkh. Origin and evolution. *Bot J USSR* 176: 10-18 (in Russian)
- RAMOS M., DÍAZ M. B., PEREIRA S., 2007. Morphology and microsatellites in Spanish Apple collections. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 82 (2) 257-265.

- ROBINSON, J.P., HARRIS, S.A., JUNIPER, B.E. 2001. Taxonomy of the genus *Malus* Mill (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh. Plant Syst Evol 226: 35-58.
- ROYO, B., MIRANDA, S., CHOCARRO, A., GONZALEZ, J. 1994. Identificación varietal en árboles frutales. Métodos aplicables. Fruticultura Profesional 65, pp 30-33.
- ROYO, B. 2002. Pomología actual: el futuro de las variedades de manzano. Conservación de la variabilidad genética del manzano. Métodos para el manejo y la identificación del material.
- ROYO, B., GONZALEZ, J., LAQUIDAIN, M.J., MIRANDA, C., GONZAGA, L. 2008. caracterización de variedades de manzano (*Malus x Domestica*, Borkh) incluidas en el Banco de Germoplasma de la Universidad Pública de Navarra.
- RYUGO, K. 1993. Fruticultura: ciencia y arte. AGT Editor, México, DF.
- SANTESTEBAN L.G., MIRANDA C., ROYO J.B., 2009. Assessment of the genetic and phenotypic diversity maintained in Apple core collections constructed by using either agro-morphologic or molecular marker data. Spanish Journal of Agricultural Research 7 (3), 572-584.
- SAURE, M. 1990. External control of anthocyanin formation in apple. Scientia Horticulturae, 42, 181-218. (C. VIII).
- SILVEIRA A., SAUTTER C. K., TONETTO S., GALIETTA G., BRACKMANN A., 2007. Determinación de algunos atributos de calidad de la variedad Fuji y sus mutantes al momento de la cosecha. Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27 (1): 149-153.
- UPOV, (2014). <http://www.upov.int/overview/es/upov.html>
- ÛZENCUK, S.W. 1939. Home *Malus* Mill. Flora SSSR 9:492 (in Russian)
- TRILLOT, M., MASSERON, A., & TRONEL, C. (1993). Pomme. Les variétés. CTIFL-INRA, Paris, 202 pp. (C. VIII).
- VAVILOV, N.I. 1930. Wild progenitors of the fruit trees of Turkestan and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees. In: Rep. Proc. 9<sup>th</sup> Intl.Hort Congr., pp 271-286
- WESTWOOD, N., 1982.Fruticultura de zonas templadas. Mundi-Prensa, 461pp.
- WESTWOOD, M.N. 1993. Temperate-zone pomology. 3a ed. Timber Press, Oregon, OR.
- YOSHIOKA, H., AOBA, K., FUKUMOTO, M. & FUJIMOTO, K. 1991. Purification of NADP – malic enzyme from apple fruit and its change with development and ripening. J. Japan Soc. Hort. Sci, 60 (2), 449-455. (C. VIII).



## **7. ANEXOS**



## **7.1. ANEXO I**

### ***FICHA DE EVALUACIÓN DE CARÁCTERES***



VARIEDAD _____	Fecha de recolección _____	Fecha de datos _____
Observador _____	Parcela _____	Toma de datos _____
Época cosecha _____	nº de frutos _____	Peso total _____
		Peso medio (gr) _____

**U-24 Fruto: Tamaño.** Peso en gramos

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-25. Fruto: altura.** Altura en mm

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-26. Fruto: Diámetro** Diámetro en mm

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-27. Relación altura/diámetro** Diámetro vertical en mm

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-29. Fruto: Acostillado** 1. Ausente o débil; 2. Moderado; 3. Fuerte (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-30. Fruto: Coronado del extremo calicino** 1. Ausente o débil; 2. Moderado; 3. Fuerte (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-33. Fruto: Pruina de la epidermis.** 1. Ausente o débil; 2. Moderada; 3. Fuerte (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-34. Fruto: Cera de la epidermis.** 1. Ausente o débil; 2. Moderada; 3. Fuerte

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-35. Fruto: Color de fondo. (VER IMÁGENES)**

1. No visible; 2. Amarillo blanq; 3. Amarillo; 4. Verde blanqu; 5. Verde amari; 6. Verde

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-36. Fruto: Zona relativa de color de superficie (chapa).**

1. Ausente o muy pequeña; 2. dos colores (placas o estrias); 3. &gt;80% (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-37. Fruto: Tono color superficial (chapa)**

1. Rojo; 2. Rosa; 3. Naranja; 4. Púrpura; 5 Marrón rojizo (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-38. Fruto: Intensidad del color superficial (chapa)** 3. Clara; 5. Media; 7. Oscura

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-39. Fruto: Distribución del color superficial (chapa)**

1. Placas continuas; 2. Placas estriadas; 3. Estrías; 4. Lavado o difum. (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-40. Fruto: Anchura de las estrías.** 3. Estrechas; 5. Medias; 5. Anchas

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-41. Fruto: Russeting alrededor de la base peduncular.** 1. <30% 2. 30-70% 3. >70%

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-42. Fruto: Russeting en las caras.** 1. <30% 2. 30-70% 3. >70%

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-43. Fruto: Russeting alrededor de la cavidad ocular.** 1. <30% 2. 30-70% 3. >70%

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-44. Fruto: Numero de lenticelas.** 3. Bajo; 5. Medio; 7. alto (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-45. Fruto: Tamaño de lenticelas.** 3. Pequeñas; 5. Medias; 7. Grandes **Color núcleo lenticela**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-52. Fruto: Firmeza pulpa.** Medida con penetrómetro (k)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-53. Fruto: Color pulpa.**

1. Blanco; 2. Crema; 3. Amarillento; 4. Verdoso; 5. rosáceo; 6. Rojizo (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-28. Fruto: Forma general** (VER IMÁGENES)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-31. Fruto: Tamaño del ojo**mm / **Apertura Ojo:** 1. Cerrado 2. Algo abierto 3. Abierto

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-32. Fruto: Longitud del sépalo** 3. Corto; 5. Medio; 7. Largo **Tamaño medio sépalo:**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-46. Fruto: Longitud pedúnculo.** Longitud en mm.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-47. Fruto: Grosor pedúnculo.** Grosor en mm (zona media).

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-48. Fruto: Profundidad Cavidad Peduncular.** Profundidad en mm (f-h).

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-49. Fruto: Anchura Cavidad Peduncular.** Anchura en mm (e-f).

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-50. Fruto: Profundidad ojo.** Profundidad en mm (a-c).

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-51. Fruto: Anchura cavidad ojo.** Anchura en mm (a-b).

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**U-54. Fruto: Apertura lóculos.** 1. Cerrados; 2. Parcialmente abiertos; 3. Abiertos (VER IM)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Posición del diámetro máximo:** 1. Hacia el cáliz 2. En el medio 3. Hacia el pedúnculo

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Aureola:** 1. Con aureola 2. Sin aureola

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**OBSERVACIONES**

## **7.2 ANEXO II**

### ***DATOS CUALITATIVOS DE VARIEDADES LOCALES***





Anexo II Datos cualitativos de variedades locales

Código	Forma general	Acostillado	Coronado	Pruina de la dermis	Cera	Color de fondo
Accesión	UPOV (U-28)	UPOV (U-29)	UPOV (U-30)	UPOV (U-33)	UPOV (U-34)	UPOV (U-35)
	moda	moda	moda	moda	moda	moda
MA 058	2	2	2	1	2	3
MA 100	4	2	3	1	1	5
MA 105	3	2	2	1	2	5
MA 107	4	2	2	1	2	5
MA 108	2	3	3	2	3	3
MA 109	3	1	1	1	0	1
MA 110	4	2	3	1	3	5
MA 115	3	1	1	2	3	1
MA 130	5	3	3	0	0	1
MA 140	1	3	3	1	3	1
MA 141	4	3	3	1	3	3
MA 142	4	2	2	2	1	5
MA 143	4	3	3	2	3	5
MA 144	4	3	2	2	3	5
MA 144	3	2	2	2	3	3
MA 145	4	2	2	3	3	5
MA 146	3	3	3	2	3	5
MA 147	5	2	2	1	2	6
MA 148	3	3	3	2	3	5
MA 149	1	3	3	1	2	3
MA 156	5	2	2	0	1	5
MA 163	4	2	2	2	3	5
MA 166	3	1	2	2	2	5
MA 171	5	2	2	1	1	5
MA 182	4	1	1	1	3	1
MA 192	3	1	1	1	2	1
MA 193	4	2	2	2	3	4
MA 195	4	3	2	2	3	6
MA 198	3	1	2	1	2	5
MA 199	3	2	3	0	2	5
MA 200	3	1	1	2	2	2
MA 215	3	2	2	1	2	5
MA 221	4	2	2	1	2	5
MA 224	4	3	3	0	1	5
MA 225	3	2	2	2	3	5
MA 231	4	3	3	1	1	4
MA 232	4	3	3	1	1	5
MA 233	1	3	3	1	3	3
MA 238	5	3	2	1	1	5
MA 239	5	2	2	3	3	1
MA 242	3	2	2	1	2	2
MA 245	3	3	2	1	2	5
MA 246	4	3	3	1	3	6
MA 247	3	2	2	2	3	2
MA 248	3	1	1	1	1	2
MA 249	4	1	2	1	2	2
MA 251	4	3	3	1	3	5
MA 253	4	2	2	1	2	5
MA 255	3	3	3	1	1	1
MA 256	3	3	3	1	1	6
MA 257	3	3	3	2	2	5
MA 267	5	2	3	1	3	6
MA 279	4	1	2	2	2	5
MA 280	3	2	2	2	2	5
MA 281	3	2	2	2	2	5
MA 295	4	2	2	1	2	5

Anexo II Datos cualitativos de variedades locales

Código	Zona color de superficie	Tono color de supercie	Inten. color superficie	Distribución color superf.	Anchura de las estrías	Russetting base peduncular
Accesión	UPOV (U-36)	UPOV(U37)	UPOV (U-38)	UPOV (U-39)	UPOV (U-40)	UPOV (U-41)
	moda	moda	moda	moda	moda	moda
MA 058	2	3	3	1	3	3
MA 100	1	3	3	4	0	3
MA 105	2	5	5	2	7	0
MA 107	3	1	5	2	5	1
MA 108	3	1	0	2	5	1
MA 109	3	0	0	0	0	3
MA 110	2	2	7	4	5	2
MA 115	3	3	5	2	5	1
MA 130	1	0	0	0	0	3
MA 140	0	0	0	0	0	2
MA 141	0	0	0	0	0	1
MA 142	0	0	0	0	0	1
MA 143	3	5	5	1	3	3
MA 144	3	5	5	2	3	3
MA 144	3	1	5	2	3	3
MA 145	0	0	0	0	0	3
MA 146	0	0	0	0	0	0
MA 147	0	0	0	0	5	3
MA 148	0	0	0	0	0	2
MA 149	3	5	7	2	3	1
MA 156	0	0	0	0	3	3
MA 163	2	2	7	4	5	3
MA 166	1	3	3	4	3	3
MA 171	0	0	0	0	0	3
MA 182	0	0	0	0	0	2
MA 192	3	2	5	2	5	3
MA 193	2	2	3	4	3	3
MA 195	2	5	3	4	3	2
MA 198	2	5	3	4	3	1
MA 199	3	5	5	2	3	1
MA 200	3	1	3	2	5	1
MA 215	0	0	0	0	0	1
MA 221	3	5	5	2	5	3
MA 224	0	0	0	0	0	1
MA 225	3	2	7	2	3	1
MA 231	0	0	0	0	0	3
MA 232	0	0	0	0	0	3
MA 233	3	2	7	2	5	2
MA 238	0	0	0	0	0	3
MA 239	3	1	7	2	5	3
MA 242	3	1	7	2	5	0
MA 245	2	5	7	2	3	1
MA 246	3	2	7	3	5	3
MA 247	3	2	7	2	3	1
MA 248	0	0	0	0	0	3
MA 249	2	2	5	2	5	3
MA 251	3	1	7	1	5	0
MA 253	3	5	5	2	5	2
MA 255	0	0	0	0	0	3
MA 256	0	0	0	0	3	3
MA 257	0	2	0	0	0	1
MA 267	2	5	7	2	5	3
MA 279	3	3	5	2	5	3
MA 280	2	3	3	4	5	1
MA 281	2	3	7	2	3	3
MA 295	0	0	0	0	0	3

Código	Ruseting caras	Ruseting cavidad ocular	Número lenticelas	Tamaño de lenticelas	Color del núcleo de la lenticela	Aureola
Accesión	UPOV (U-42)	UPOV (U-43)	UPOV (U-44)	UPOV (U-45)		
	moda	moda	moda	moda	moda	moda
MA 058	3	0	3	3	1	1
MA 100	1	1	5	7	2	2
MA 105	0	0	3	5	2	1
MA 107	0	1	3	3	1	1
MA 108	0	0	5	3	2	1
MA 109	3	3	5	3	1	1
MA 110	0	0	5	3	0	1
MA 115	0	0	5	3	2	1
MA 130	0	0	3	3	0	1
MA 140	0	0	3	3	2	1
MA 141	0	0	3	5	2	2
MA 142	2	0	5	3	1	1
MA 143	0	0	5	5	2	1
MA 144	0	0	3	3	2	1
MA 144	0	0	3	3	2	1
MA 145	0	0	7	3	2	1
MA 146	0	0	5	3	2	1
MA 147	2	3	5	5	0	1
MA 148	0	0	5	3	2	1
MA 149	0	0	3	3	2	1
MA 156	0	1	3	3	0	1
MA 163	0	0	3	7	1	2
MA 166	1	0	5	7	0	1
MA 171	1	2	7	7	2	2
MA 182	0	0	5	3	1	1
MA 192	0	0	5	7	2	1
MA 193	0	0	5	3	1	1
MA 195	0	0	7	3	1	1
MA 198	0	0	5	5	0	1
MA 199	0	0	3	3	0	1
MA 200	0	0	7	7	2	1
MA 215	0	2	7	5	2	1
MA 221	0	0	3	7	2	1
MA 224	0	1	7	7	2	2
MA 225	0	0	5	3	2	1
MA 231	1	2	7	7	2	2
MA 232	2	1	7	7	2	2
MA 233	0	0	7	3	2	1
MA 238	0	1	5	7	2	2
MA 239	0	0	5	3	2	1
MA 242	0	0	7	5	2	1
MA 245	1	0	3	3	2	1
MA 246	0	0	3	3	2	1
MA 247	0	0	3	3	1	1
MA 248	3	0	3	7	2	2
MA 249	0	1	5	5	2	1
MA 251	0	0	5	5	1	1
MA 253	0	0	7	3	2	1
MA 255	0	0	3	5	2	2
MA 256	1	0	5	3	1	1
MA 257	0	0	5	3	2	1
MA 267	0	0	7	5	1	1
MA 279	0	0	5	5	2	1
MA 280	0	0	5	5	2	1
MA 281	1	0	3	5	2	1
MA 295	0	1	5	5	2	1

*Anexo II Datos cualitativos de variedades locales*

Código	Color de la pulpa	Apertura del ojo	Longitud del sépalo	Apertura lóculos	Posición diámetro máximo
Accesión	UPOV (U-53)		UPOV (U-32)	UPOV (U-54)	
	moda	moda	moda	moda	moda
MA 058	2	2	7	3	2
MA 100	1	2	7	3	2
MA 105	1	1	5	1	2
MA 107	1	2	5	2	2
MA 108	1	3	3	1	2
MA 109	3	3	5	3	1
MA 110	2	2	7	2	1
MA 115	1	3	3	3	1
MA 130	2	2	3	3	2
MA 140	3	1	7	1	2
MA 141	3	3	3	1	2
MA 142	2	1	3	2	2
MA 143	2	3	7	1	2
MA 144	1	2	7	1	3
MA 144	1	3	5	1	2
MA 145	1	2	3	1	2
MA 146	1	1	3	3	2
MA 147	2	2	7	2	1
MA 148	2	1	5	1	3
MA 149	1	3	7	1	2
MA 156	2	2	3	2	1
MA 163	1	1	3	3	2
MA 166	2	2	7	1	2
MA 171	2	3	5	3	3
MA 182	3	2	5	1	2
MA 192	2	1	3	3	2
MA 193	2	1	5	1	2
MA 195	1	1	3	3	3
MA 198	2	2	7	1	2
MA 199	4	2	7	3	1
MA 200	1	3	3	3	2
MA 215	2	1	5	3	2
MA 221	2	1	5	3	2
MA 224	1	2	7	3	3
MA 225	1	3	3	3	2
MA 231	2	1	5	3	2
MA 232	2	3	7	3	2
MA 233	1	1	7	3	2
MA 238	2	3	5	1	2
MA 239	1	3	5	1	2
MA 242	3	2	5	3	2
MA 245	2	2	7	3	2
MA 246	1	3	7	3	2
MA 247	2	3	5	3	3
MA 248	2	1	5	1	2
MA 249	3	2	5	1	2
MA 251	4	1	7	1	2
MA 253	4	3	7	1	2
MA 255	3	1	7	1	2
MA 256	1	2	7	3	2
MA 257	1	1	5	2	1
MA 267	2	3	7	3	2
MA 279	5	1	5	3	2
MA 280	2	1	7	3	2
MA 281	2	1	5	1	2
MA 295	2	1	7	3	2

### **7.3. ANEXO III**

#### ***DATOS CUALITATIVOS DE VARIEDADES DE REFERENCIA***



Código	Forma general	Acostillado	Coronado	Pruina de la dermis	Cera	Color de fondo
Accesión	UPOV (U-28)	UPOV (U-29)	UPOV (U-30)	UPOV (U-33)	UPOV (U-34)	UPOV (U-35)
	moda	moda	moda	moda	moda	moda
Akane	4	1	2	1	2	5
Cox's	3	1	1	1	2	3
Elstar	5	2	2	1	2	3
Fuji 4113	4	2	2	1	2	1
Fuji 4165	3	2	1	3	3	1
Gala	3	2	1	1	2	3
Golden Delicious	2	3	3	1	2	1
Granny Smith	3	3	3	1	3	6
Idared	5	1	1	1	3	1
Mackintosh	4	1	3	3	3	1
Melrose	4	3	2	1	2	5
Pink Lady	3	2	1	1	2	1
Reineta	4	1	2	1	1	5
Reinta Gris	4	2	1	1	1	1
Verde Doncella	3	2	2	2	2	4

Código	Zona color de superficie	Tono color de superficie	Inten. color superficie	Distribución color superf.	Anchura de las estrías	Russetting base peduncular
Accesión	UPOV (U-36)	UPOV(U37)	UPOV (U-38)	UPOV (U-39)	UPOV (U-40)	UPOV (U-41)
	moda	moda	moda	moda	moda	moda
Akane	2	3	5	2	5	2
Cox's	3	5	7	3	5	3
Elstar	3	2	5	2	5	2
Fuji 4113	3	5	5	2	5	0
Fuji 4165	3	1	7	1	0	0
Gala	3	1	7	3	7	3
Golden Delicious	0	0	0	0	0	1
Granny Smith	0	0	0	0	0	3
Idared	3	2	7	2	5	3
Mackintosh	3	4	7	1	3	3
Melrose	3	5	7	2	5	2
Pink Lady	3	2	7	1	3	1
Reineta	0	0	0	0	3	3
Reinta Gris	0	0	0	0	0	3
Verde Doncella	2	2	5	1	3	1

Código	Russeting caras	Russeting cavidad ocular	Número lenticelas	Tamaño de lenticelas	Color del núcleo de la lenticela	Aureola
Accesión	UPOV (U-42)	UPOV (U-43)	UPOV (U-44)	UPOV (U-45)		
	moda	moda	moda	moda	moda	moda
Akane	0	0	5	5	2	2
Cox's	0	0	3	3	2	1
Elstar	0	3	5	5	2	2
Fuji 4113	0	0	5	3	2	1
Fuji 4165	0	0	3	3	2	1
Gala	0	1	5	5	2	1
Golden Delicious	0	0	5	7	1	2
Granny Smith	0	0	7	5	2	1
Idared	0	0	3	3	1	1
Mackintosh	0	0	5	5	1	1
Melrose	0	0	5	7	2	1
Pink lady	0	0	5	3	2	1
Reineta	3	3	3	7	2	2
Reinta Gris	3	3	3	3	2	1
Verde Doncella	0	0	3	7	2	1

Código	Color de la pulpa	Apertura del ojo	Longitud del sépalo	Apertura loculos	Posición diámetro máximo	
Accesión	UPOV (U-53)		UPOV (U-32)	UPOV (U-54)		
	moda	moda	moda	moda	moda	
Akane	1	1	5	1	2	
Cox's	2	1	7	1	2	
Elstar	2	3	7	2	2	
Fuji 4113	3	2	5	3	2	
Fuji 4165	3	3	3	1	2	
Gala	2	2	5	3	1	
Golden Delicious	3	2	7	1	2	
Granny Smith	1	1	5	2	2	
Idared	2	2	5	1	2	
Mackintosh	3	1	3	2	2	
Melrose	2	1	7	1	1	
Pink Lady	1	1	5	1	2	
Reineta	4	1	5	3	2	
Reinta Gris	2	2	5	3	2	
Verde Doncella	1	2	3	3	2	



## **7.4 ANEXO IV**

### ***DATOS CUANTITATIVOS DE VARIEDADES LOCALES***



Código	Tamaño	Altura	Diámetro	Relación altura/diámetro	Tamaño del ojo	Longitud pedúnculo
Accesión	UPOV(U-24)	UPOV(U-25)	UPOV(U-26)	UPOV(U-27)	UPOV (U-31)	UPOV(U-46)
	Moda	Moda	Moda	Moda	moda	Moda
MA 058	1	2	2	5	2	2
MA 100	4	3	4	4	2	2
MA 105	3	3	4	5	2	2
MA 107	2	2	3	4	1	2
MA 108	4	4	4	5	2	2
MA 109	2	2	3	4	0	2
MA 110	2	2	4	4	2	3
MA 115	3	3	4	5	1	2
MA 130	1	1	3	0	2	2
MA 140	2	3	3	6	0	1
MA 141	3	3	4	4	2	2
MA 142	2	2	3	4	2	2
MA 143	3	3	4	4	1	2
MA 144	3	3	4	4	2	2
MA 144	3	3	4	4	3	3
MA 145	2	3	4	4	2	2
MA 146	2	3	3	5	3	2
MA 147	3	3	4	4	3	2
MA 148	2	2	2	5	2	3
MA 149	2	3	3	6	2	2
MA 156	2	2	3	4	2	2
MA 163	1	1	2	4	1	2
MA 166	1	2	3	4	0	2
MA 171	4	3	5	4	2	2
MA 182	2	2	3	4	0	3
MA 192	3	3	4	5	3	2
MA 193	1	1	2	4	1	1
MA 195	1	2	3	4	0	2
MA 198	1	2	2	4	3	2
MA 199	1	1	2	5	2	3
MA 200	3	3	4	5	2	2
MA 215	3	3	4	4	1	2
MA 221	3	3	4	4	1	2
MA 224	4	3	4	4	0	2
MA 225	3	3	3	5	2	2
MA 231	3	3	4	4	0	2
MA 232	5	3	5	4	2	2
MA 233	3	3	3	5	2	3
MA 238	4	3	4	4	2	2
MA 239	2	2	3	3	3	2
MA 242	2	3	4	5	2	2
MA 245	2	3	3	5	3	3
MA 246	4	3	5	4	3	2
MA 247	1	1	2	4	2	3
MA 248	2	2	3	5	3	3
MA 249	2	2	3	4	3	3
MA 251	2	2	3	4	2	2
MA 253	2	2	3	4	1	3
MA 255	2	2	3	4	2	2
MA 256	3	3	4	5	2	3
MA 257	3	3	4	4	2	2
MA 267	2	2	3	4	1	2
MA 279	2	2	3	4	2	2
MA 280	2	2	3	4	2	4
MA 281	2	2	3	5	2	3
MA 295	3	3	4	4	3	2

Anexo IV Datos cuantitativos de variedades locales

Código	Grosor pedúnculo	Prof. Cav. Peduncular	Anchura Cavidad Peduncular	Prof Ojo	Anchura Cavidad ojo	Firmeza en la pulpa
Accesión	UPOV(U-47)	UPOV(U-48)	UPOV(U-49)	UPOV(U-50)	UPOV(U-51)	UPOV(U-52)
	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda
MA 058	2	2	2	1	2	3
MA 100	2	3	5	3	5	5
MA 105	2	2	3	2	3	3
MA 107	3	3	4	2	3	5
MA 108	2	3	4	2	3	5
MA 109	2	2	3	2	3	5
MA 110	2	2	4	2	4	5
MA 115	2	4	4	2	3	5
MA 130	1	3	1	2	0	1
MA 140	2	3	3	2	3	3
MA 141	2	3	3	3	3	5
MA 142	2	3	3	2	3	5
MA 143	3	3	4	2	4	5
MA 144	3	3	4	2	4	5
MA 144	2	3	4	2	4	3
MA 145	3	3	3	2	4	5
MA 146	2	3	3	2	2	3
MA 147	3	3	5	2	4	5
MA 148	2	2	2	2	2	3
MA 149	2	2	3	2	3	5
MA 156	2	2	1	2	3	3
MA 163	2	2	2	2	2	3
MA 166	2	2	2	2	3	5
MA 171	3	3	4	2	4	3
MA 182	2	2	3	2	3	3
MA 192	2	3	4	2	3	3
MA 193	2	2	3	2	2	3
MA 195	2	2	3	2	2	3
MA 198	2	2	2	2	2	5
MA 199	1	2	2	1	2	3
MA 200	2	3	4	2	3	3
MA 215	3	3	4	2	4	3
MA 221	3	2	4	2	4	3
MA 224	3	3	5	3	5	5
MA 225	2	3	4	2	3	5
MA 231	3	3	4	2	4	5
MA 232	3	3	5	3	5	5
MA 233	2	3	3	2	3	3
MA 238	3	3	4	2	4	5
MA 239	2	2	4	2	3	3
MA 242	2	2	4	2	3	5
MA 245	2	2	3	2	3	1
MA 246	3	3	4	2	4	3
MA 247	2	2	2	1	2	1
MA 248	2	2	3	2	3	3
MA 249	2	2	3	2	3	3
MA 251	3	2	3	2	3	5
MA 253	2	2	3	2	3	5
MA 255	2	2	3	2	3	3
MA 256	2	3	4	3	4	3
MA 257	3	3	4	3	4	3
MA 267	2	2	3	2	3	5
MA 279	2	2	3	2	3	5
MA 280	2	2	3	2	3	3
MA 281	2	2	3	2	3	3
MA 295	3	3	4	2	4	1

Código	Época de cosecha	Madurez de consumo	Conservación	Acidez
Accesión	UPOV (U-56)	UPOV (U-57)		
	moda	moda	moda	Moda
MA 058	9	7	1	1
MA 100	5	5	1	3
MA 105	5	3	2	1
MA 107	5	5	3	2
MA 108	8	3	2	1
MA 109	9	3		1
MA 110	4	7	3	2
MA 115	8	3	3	2
MA 130	5	9		1
MA 140	8	1		2
MA 141	9	7		2
MA 142	9	3		3
MA 143	6	9	3	3
MA 144	7	9	3	3
MA 144	8	3	3	3
MA 145	7	9		2
MA 146	6	5	3	1
MA 147	5	1	2	1
MA 148	7	5		3
MA 149	8	7		3
MA 156	5	7		3
MA 163	6	5	3	2
MA 166	3	5	2	1
MA 171	7	5	1	2
MA 182	5	7		2
MA 192	5	3	1	1
MA 193	5	5	3	1
MA 195	5	3	3	3
MA 198	3	7	1	1
MA 199	2	5	2	1
MA 200	5	5	3	1
MA 215	8	5		3
MA 221	7	5		3
MA 224	6	3	1	2
MA 225	6	5	2	1
MA 231	5	1	2	1
MA 232	5	7		1
MA 233	5	9	1	3
MA 238	5	5	2	1
MA 239	5	5		3
MA 242	5	7	1	3
MA 245	1	3	1	3
MA 246	4	5		2
MA 247	1	5		2
MA 248	5	5		2
MA 249	2	5	2	3
MA 251	6	5		3
MA 253	3	1	2	3
MA 255	5	3		1
MA 256	6	3	1	3
MA 257	5	5		2
MA 267	4	5		3
MA 279	4	5		2
MA 280	1	3	1	3
MA 281	1	5	3	1
MA 295	6	3	2	1



## **7.5 ANEXO V**

### ***DATOS CUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE REFERENCIA***





*Anexo V Datos cuantitativos de variedades de referencia*

Código	Tamaño	Altura	Diámetro	Relación altura/diámetro	Tamaño del ojo	Longitud pedúnculo
Accesión	UPOV(U-24)	UPOV(U-25)	UPOV(U-26)	UPOV(U-27)	UPOV (U-31)	UPOV(U-46)
	Moda	Moda	Moda	Moda	moda	Moda
Akane	2	2	3	4	1	2
Cox's	3	3	4	4	1	2
Elstar	2	2	3	4	1	2
Fuji 4113	2	3	3	4	2	3
Fuji 4165	2	2	3	4	2	3
Gala	2	2	3	4	1	2
Golden Delicious	2	2	3	5	2	3
Granny Smith	2	3	3	5	1	3
Idared	2	3	3	4	1	2
Mackintosh	2	2	3	4	1	2
Melrose	3	2	4	4	2	2
Pink lady	3	3	3	5	2	3
Reineta	2	2	4	4	1	2
Reinta Gris	3	3	4	4	2	2
Verde Doncella	2	2	3	4	2	2

Código	Grosor pedúnculo	Prof Cav. Peduncular	Anchura Cavity Peduncular	Prof Ojo	Anchura Cavity ojo	Firmeza en la pulpa
Accesión	UPOV(U-47)	UPOV(U-48)	UPOV(U-49)	UPOV(U-50)	UPOV(U-51)	UPOV(U-52)
	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda
Akane	3	2	3	2	3	5
Cox's	2	3	4	2	4	5
Elstar	2	2	4	2	4	3
Fuji 4113	2	2	3	2	3	5
Fuji 4165	2	2	3	2	3	5
Gala	2	2	4	2	4	5
Golden Delicious	2	2	3	2	3	3
Granny Smith	2	2	3	2	3	3
Idared	2	3	4	2	4	3
Mackintosh	2	2	3	2	3	3
Melrose	2	3	4	2	4	5
Pink lady	2	3	4	3	4	3
Reineta	2	2	4	2	4	5
Reinta Gris	3	3	4	2	4	5
Verde Doncella	3	3	4	2	4	5

Código	Época de cosecha	Madurez de consumo	Conservación	Acidez
Accesión	UPOV (U-56)	UPOV (U-57)		
	moda	moda	moda	Moda
Akane	2	1	3	2
Cox's	4	3	2	1
Elstar	4	3		1
Fuji 4113	7	7	3	1
Fuji 4165	7	7	3	1
Gala	4	3	2	2
Golden Delicious	5	5		1
Granny Smith	9	9		1
Idared	5	5	2	1
Mackintosh	4	3	2	3
Melrose	4	3	2	2
Pink Lady	7	7		3
Reineta	5	5	2	3
Reinta Gris	5	5		
Verde Doncella	5	5		1

## **7.6 ANEXO VI**

### ***DATOS DEL VALORÍMETRO CORRESPONDIENTES A VARIEDADES LOCALES***



*Anexo VI Datos del valorímetro correspondientes a variedades locales*

	PH	AC.TOTAL	A. Málico	A. Tartárico	A. Cítrico	NaOH 0.5N	°Brix
		meq/L	g/l	g/l	g/l	ml	
MA 058	3,31	66,78	4,47	5,009	4,274	6,678	14,6
MA 100	3,22	133,76	8,96	10,032	8,561	13,376	14,6
MA 105	3,1	120,04	8,04	9,003	7,683	12,004	14,3
MA 107	3,26	200,04	13,4	15,003	12,803	20,004	15,6
MA 108	3,32	73,34	4,91	5,5	4,694	7,334	15,1
MA 109	3,27	133,06	8,92	9,979	8,516	13,306	18,9
MA 110	3,1	100,04	6,7	7,503	6,403	10,004	13,4
MA 115	3,6	70,56	4,73	5,292	4,516	7,056	15,1
MA 130	3,12	228,82	15,33	17,161	14,644	22,882	15,7
MA 140	3,97	75,4	5,05	5,655	4,826	7,54	15,8
MA 141	4,89	47,44	3,18	3,558	3,036	4,744	17,4
MA 142	3,71	104,68	7,01	7,851	6,7	10,468	14,5
MA 143	4,31	54,06	3,62	4,055	3,46	5,406	15,1
MA 144	4,84	35,16	2,36	2,637	2,25	3,516	14,6
MA 144	4,83	34,1	2,28	2,557	2,182	3,41	16,3
MA 145	4,37	61,32	4,11	4,599	3,924	6,132	14,6
MA 146	3,68	77,28	5,18	5,796	4,946	7,728	13,1
MA 147	2,93	185,17	12,41	13,888	11,851	18,517	13,6
MA 148	3,51	110,66	7,41	8,299	7,082	11,066	11,4
MA 149	3,8	53,12	3,56	3,984	3,4	5,312	13,5
MA 156	3,87	66,18	4,43	4,964	4,236	6,618	14,1
MA 163	4,62	30,28	2,03	2,271	1,938	3,028	15,8
MA 166	3,68	59,45	3,98	4,459	3,805	5,945	16,8
MA 171	3,45	170,46	11,42	12,784	10,909	17,046	16,7
MA 182	4,2	35,08	2,35	2,631	2,245	3,508	15
MA 192	3,16	105,24	7,05	7,893	6,735	10,524	14,5
MA 193	4,59	34,98	2,34	2,623	2,239	3,498	16,1
MA 195	4,59	30,5	2,04	2,287	1,952	3,05	14,5
MA 198	3,42	93,32	6,25	6,999	5,972	9,332	19,7
MA 199	2,75	100,34	6,72	7,526	6,422	10,034	13,5
MA 200	4,23	54,26	3,64	4,069	3,473	5,426	14,4
MA 215	3,51	116,22	7,79	8,716	7,438	11,622	11,3
MA 221	3,6	100,48	6,73	7,536	6,431	10,048	12,7
MA 224	2,93	153,52	10,29	11,514	9,825	15,352	14,6
MA 225	3,39	70,56	4,73	5,292	4,516	7,056	15
MA 231	3,08	149,44	10,01	11,208	9,564	14,944	15,1
MA 232	3,36	180,56	12,1	13,542	11,556	18,056	13,8
MA 233	3,46	75,9	5,09	5,693	4,858	7,59	15,9
MA 238	2,54	167,94	11,25	12,596	10,748	16,794	14,7
MA 239	3,08	104,54	7	7,841	6,691	10,454	15,8
MA 242	4,1	45,46	3,05	3,41	2,909	4,546	16
MA 245	4,04	34,99	2,34	2,624	2,239	3,499	14,5
MA 246	3,25	173,74	11,64	13,031	11,119	17,374	12,9
MA 247	3,02	172,34	11,55	12,925	11,03	17,234	12,3
MA 248	3,17	88,82	5,95	6,661	5,684	8,882	16,1
MA 249	3,85	44,45	2,98	3,334	2,845	4,445	14,1
MA 251	3,54	71,36	4,78	5,352	4,567	7,136	12,6
MA 253	2,94	100,05	6,7	7,504	6,403	10,005	13,4
MA 255	3,3	99,58	6,67	7,469	6,373	9,958	16,2
MA 256	3,73	71,7	4,8	5,377	4,589	7,17	12,6
MA 257	4,47	55,5	3,72	4,162	3,552	5,55	12,7
MA 267	3,03	163,2	10,93	12,24	10,445	16,32	14,1
MA 279	3,76	56,4	3,78	4,23	3,61	5,64	16,3
MA 280	4,1	60,9	4,08	4,568	3,898	6,09	13
MA 281	3,94	54,47	3,65	4,085	3,486	5,447	13,9
MA 295	3,21	149,72	10,03	11,229	9,582	14,972	14,5



## **7.7 ANEXO VII**

### ***DATOS DEL VALORÍMETRO CORRESPONDIENTES A VARIEDADES DE REFERENCIA***





Código	PH	AC.TOTAL	A. Málico	A. Tartárico	A. Cítrico	NaOH 0.5N	°Brix
Accesión		meq/L	g/l	g/l	g/l	ml	
Akane	3,23	146,63	9,82	10,997	9,384	14,663	13
Cox's	3,21	156,97	10,52	11,773	10,046	15,697	14,5
Elstar	3,19	174,97	11,72	13,123	11,198	17,497	16,4
Fuji 4113	4,06	87,76	5,88	6,582	5,617	8,776	18,3
Fuji 4165	3,89	80,76	5,41	6,057	5,169	8,076	17,9
Gala	3,19	169,69	11,37	12,727	10,86	16,969	13,2
Golden Delicious	3,27	116,78	7,82	8,759	7,474	11,678	16,9
Granny Smith	3,37	112,14	7,51	8,41	7,177	11,214	15,3
Idared	3,12	130,36	8,73	9,777	8,343	13,036	12,7
Mackintosh	3,17	142,52	9,55	10,689	9,121	14,252	16,1
Melrose	3,22	100,21	6,71	7,516	6,413	10,021	14,7
Pink Lady	3,33	144,5	9,68	10,838	9,248	14,45	14
Reineta	3,16	195,02	13,07	14,627	12,481	19,502	14,2
Reinta Gris							
Verde Doncella	4,61	40,06	2,68	3,004	2,564	4,006	13,4



## **7.8 ANEXO VIII**

### ***DATOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE VARIEDADES LOCALES***



Accesión	PROTEINA			SACAROSA		
	Media (g/100g)	Desviación (g/100g)	Cv (%)	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	Cv (%)
MA 058	0,19	0,05	26,31	4,98	0,06	1,12
MA 100	0,19	0,04	19,67	5,16	0,04	0,82
MA 105	0,17	0,00	2,89	3,12	0,28	9,13
MA 107	0,15	0,03	17,63	5,96	0,02	0,38
MA 108	0,25	0,18	70,10	3,94	0,08	1,91
MA 109	0,27	0,15	56,75	8,43	0,04	0,53
MA 110	0,20	0,05	26,01	3,70	0,02	0,58
MA 115	0,24	0,13	54,94	4,22	0,02	0,37
MA 140	0,48	0,04	7,70	2,59	0,00	0,11
MA 141	0,41	0,06	14,69	3,42	0,00	0,05
MA 143	0,33	0,05	16,84	4,55	0,13	2,76
MA 144	0,17	0,13	75,41	5,16	0,00	0,05
MA 144	0,35	0,13	38,05	3,49	0,10	2,95
MA 145	0,53	0,12	22,59	1,86	0,01	0,34
MA 146	0,58	0,06	10,47	1,83	0,03	1,60
MA 147	0,37	0,23	61,95	2,01	0,25	12,31
MA 149	0,31	0,15	47,31	5,08	0,09	1,77
MA 156	0,31	0,15	47,00	6,37	0,01	0,16
MA 163	0,31	0,14	44,83			
MA 166	0,44	0,05	10,70			
MA 171	0,32	0,21	65,98	7,34	0,25	3,45
MA 182	0,23	0,09	37,13	3,22	0,27	8,26
MA 192	0,29	0,01	2,76	2,88	0,28	9,74
MA 193	0,28	0,01	3,32	3,04	0,44	14,43
MA 195	0,26	0,01	4,63	2,95	0,27	9,24
MA 199	0,20	0,07	36,72	2,85	0,03	1,11
MA 200	0,26	0,16	61,02	2,55	0,01	0,25
MA 215	0,45	0,11	24,89	2,44	0,02	0,86
MA 221	0,33	0,29	88,73	2,22	0,03	1,28
MA 224	0,12	0,01	10,92	6,64	0,10	1,49
MA 225	0,15	0,06	38,47	4,12	0,04	0,94
MA 231	0,33	0,19	59,27	2,95	0,27	9,24
MA 232	0,32	0,21	64,91	4,14	0,31	7,41
MA 233	0,16	0,02	14,08	2,19	0,06	2,51
MA 239	0,23	0,06	28,16	4,00	0,06	1,53
MA 242	0,48	0,29	61,00	5,00	0,05	1,01
MA 245	0,49	0,27	53,94	1,16	0,01	0,62
MA 247	0,25	0,02	9,04	1,92	0,02	1,17
MA 248	0,20	0,05	24,75	3,70	0,03	0,89
MA 249	0,25	0,12	49,03	4,82	0,07	1,50
MA 251	0,21	0,08	40,24	4,43	0,08	1,87
MA 253	0,16	0,02	11,33	4,59	0,01	0,18
MA 255	0,30	0,18	59,12	5,79	0,07	1,24
MA 256	0,45	0,02	5,12	3,18	0,05	1,56
MA 257	0,44	0,03	6,16	3,21	0,85	26,34
MA 267	0,42	0,00	0,36	3,95	0,10	2,51
MA 279	0,60	0,25	42,01			
MA 280	0,60	0,26	42,79	1,06	0,11	10,32
MA 281	0,27	0,20	75,06			
MA 295	0,17	0,06	35,83	5,58	0,03	0,49

*Anexo VIII Datos de los análisis fisicoquímicos de variedades locales*

Accesión	GLUCOSA			XILOSA		
	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)
MA 058	2,58	0,03	0,98	0,04		0,00
MA 100	2,08	0,02	1,17	< 0,01		
MA 105	1,96	0,99	50,67			
MA 107	1,44	0,03	2,29	0,04	0,01	27,95
MA 108	1,33	0,01	0,49	0,04	0,01	27,87
MA 109	2,87	0,02	0,55	0,03	0,01	22,38
MA 110	1,90	0,10	5,13	0,06	0,01	16,03
MA 115	1,16	0,04	3,62	0,03		0,00
MA 140	4,17	0,04	1,03	0,05	0,03	67,57
MA 141	3,51	0,23	6,57	0,05	0,01	18,07
MA 143	2,48	0,04	1,69	0,06	0,00	4,25
MA 144	2,04	0,03	1,28	< 0,01		
MA 144	3,59	0,12	3,25			
MA 145	3,26	0,04	1,29	< 0,01		
MA 146	3,70	0,04	1,14	< 0,01		
MA 147	4,02	0,10	2,45			
MA 149	2,89	0,08	2,88	< 0,01		
MA 156	1,23	0,07	5,92	< 0,01		
MA 163						
MA 166						
MA 171	1,30	0,03	2,65	< 0,01		
MA 182	2,21	0,94	42,34	0,06	0,03	56,74
MA 192	1,43	0,07	4,75			
MA 193	1,90	0,29	15,32	0,03		0,00
MA 195	2,33	0,28	12,22	0,02		0,00
MA 199	0,99	0,01	1,40	0,05		0,00
MA 200	2,24	0,07	3,21	< 0,01		
MA 215	2,81	0,01	0,37	< 0,01		
MA 221	4,26	0,01	0,15	< 0,01		
MA 224	1,31	0,11	8,25	0,02	0,00	0,00
MA 225	1,38	0,01	0,54	< 0,01		
MA 231	2,33	0,28	12,22	1,17	0,19	16,36
MA 232	1,07	0,18	17,03	< 0,01		
MA 233	3,64	0,09	2,49	0,08	0,02	28,10
MA 239	1,97	0,03	1,46	0,10	0,01	11,01
MA 242	3,21	0,06	1,86	< 0,01		
MA 245	2,56	0,01	0,41	0,30	0,09	30,60
MA 247	2,25	0,01	0,33	0,27	0,02	6,85
MA 248	3,67	0,00	0,00	< 0,01		
MA 249	1,45	0,04	3,10	0,08	0,05	55,90
MA 251	1,29	0,08	6,02	0,09	0,01	6,45
MA 253	2,81	0,03	1,17	0,13	0,02	16,68
MA 255	2,78	0,05	1,88	0,17	0,07	39,36
MA 256	3,30	0,07	2,04	0,06	0,03	54,86
MA 257	3,32	0,04	1,29	0,15	0,04	28,18
MA 267	1,49	0,02	1,31	0,03		0,00
MA 279						
MA 280	1,78	0,08	4,40	0,24	0,02	6,72
MA 281						
MA 295	1,66	0,06	3,59	0,07	0,01	10,03

Anexo VIII Datos de los análisis fisicoquímicos de variedades locales

Accesión	FRUCTOSA			CALCIO		
	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)
MA 058	6,86	0,82	11,95	4,77	0,03	0,62
MA 100	6,79		0,00	3,58	0,20	5,62
MA 105	8,68	0,54	6,18	0,98	0,04	3,58
MA 107	11,53	0,31	2,69	8,18	0,29	3,51
MA 108	5,40	0,01	0,21	3,20	0,17	5,21
MA 109	5,17	0,62	12,05	5,31	0,08	1,59
MA 110	9,79	0,92	9,38	6,01	0,16	2,59
MA 115	5,41	0,72	13,30	3,30	0,02	0,47
MA 140	6,81	0,18	2,60	5,26	0,09	1,71
MA 141	7,50	0,22	2,96	2,82	0,07	2,33
MA 143	6,04	0,25	4,07	2,25	0,17	7,66
MA 144	7,09	0,49	6,94	5,21	0,38	7,39
MA 144				3,88	0,49	12,52
MA 145	6,41	0,52	8,13	3,59	0,95	26,46
MA 146	7,80	0,11	1,39	4,33	0,10	2,25
MA 147	7,30	0,48	6,54	3,29	0,33	10,00
MA 149	6,25	0,82	13,16	4,63	0,64	13,84
MA 156	4,50	0,14	3,04	9,64	0,17	1,77
MA 163				5,24	0,27	5,21
MA 166				7,10	0,27	3,80
MA 171	4,74	0,78	16,40	2,34	0,14	6,00
MA 182	7,42	0,05	0,68	6,83	0,92	13,45
MA 192	5,77	0,02	0,39	1,01	0,08	8,17
MA 193	6,22	1,12	17,94	6,27	0,13	2,01
MA 195	6,04	0,09	1,50	5,26	0,41	7,88
MA 199	8,33	0,81	9,67	5,05	0,14	2,69
MA 200	6,90	0,26	3,84	2,46	0,04	1,43
MA 215	4,69	0,67	14,38	6,23	0,24	3,82
MA 221	5,70	0,86	15,03	2,68	0,34	12,57
MA 224	6,83	0,64	9,34	5,40	0,64	11,91
MA 225	8,26	0,57	6,93	3,13	0,36	11,66
MA 231	6,04	0,09	1,50	2,19	0,53	23,95
MA 232	4,88	0,10	2,04	2,61	0,24	9,25
MA 233	10,12	0,16	1,56	6,43	0,35	5,46
MA 239	10,30	0,48	4,65	8,06	0,94	11,70
MA 242	7,27	0,59	8,12	8,41	0,62	7,34
MA 245	8,71	0,23	2,64	5,68	0,27	4,84
MA 247	8,60	0,59	6,81	8,62	0,53	6,16
MA 248	8,62	0,92	10,65	4,80	0,30	6,17
MA 249	9,37		0,00	4,22	0,22	5,20
MA 251	5,79	0,22	3,77	4,50	0,54	11,95
MA 253	10,43	0,28	2,69	5,86	0,05	0,89
MA 255	9,49	0,71	7,53	3,46	0,08	2,24
MA 256	6,91	0,05	0,74	2,47	0,04	1,61
MA 257	7,14	0,28	3,86	2,63	0,10	3,71
MA 267	6,07	0,14	2,37	7,27	0,76	10,47
MA 279				7,39	0,33	4,46
MA 280	8,47	1,16	13,72	5,29	0,27	5,18
MA 281				4,12	0,07	1,72
MA 295	6,02	0,10	1,70	3,28	0,01	0,35

Accesión	MAGNESIO			FÓSFORO		
	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)
MA 058	4,53	0,00	0,09	13,75	0,24	1,75
MA 100	3,67	0,20	5,58	10,26	0,15	1,45
MA 105	3,65	0,23	6,24	11,28	0,03	0,25
MA 107	4,64	0,08	1,73	10,96	0,19	1,75
MA 108	4,54	0,00	0,05	13,36	0,12	0,90
MA 109	7,25	0,03	0,42	22,34	0,36	1,59
MA 110	5,22	0,05	0,99	11,14	0,05	0,48
MA 115	4,99	0,05	0,96	13,44	0,23	1,72
MA 140	9,30	0,21	2,29	17,70	0,40	2,29
MA 141	7,03	0,01	0,11	19,53	1,12	5,72
MA 143	6,10	0,48	7,86	14,04	0,77	5,48
MA 144	6,65	0,39	5,93	13,05	0,51	3,90
MA 144	3,36	0,38	11,45	9,04	0,28	3,15
MA 145	7,59	0,35	4,61	14,87	0,54	3,64
MA 146	6,47	0,08	1,23	15,56	0,21	1,33
MA 147	7,78	0,47	6,05	15,71	0,40	2,57
MA 149	5,30	0,26	4,94	9,34	0,04	0,41
MA 156	11,02	0,09	0,79	10,74	0,10	0,95
MA 163	3,97	0,05	1,26	8,82	0,23	2,55
MA 166	7,59	0,22	2,90	19,53	0,42	2,17
MA 171	6,10	0,05	0,87	12,09	0,30	2,48
MA 182	5,06	0,14	2,86	9,83	0,13	1,28
MA 192	5,40	0,03	0,58	14,65	0,20	1,35
MA 193	5,55	0,26	4,67	10,59	0,26	2,49
MA 195	4,70	0,02	0,45	11,56	0,42	3,64
MA 199	4,86	0,04	0,75	12,62	2,71	21,51
MA 200	4,32	0,09	2,07	11,47	0,70	6,13
MA 215	6,33	0,10	1,64	10,74	0,41	3,83
MA 221	5,60	0,21	3,71	14,38	0,17	1,15
MA 224	3,48	0,40	11,36	8,34	0,57	6,85
MA 225	3,53	0,28	7,80	9,17	0,74	8,07
MA 231	4,09	0,19	4,54	9,74	0,41	4,17
MA 232	5,59	0,06	1,06	17,99	0,39	2,14
MA 233	5,00	0,01	0,23	11,68	0,19	1,59
MA 239	5,17	0,01	0,11	12,45	0,24	1,94
MA 242	6,66	0,43	6,47	16,63	0,90	5,44
MA 245	8,86	0,00	0,04	11,76	0,06	0,53
MA 247	7,59	0,48	6,35	8,95	0,31	3,51
MA 248	3,08	0,22	7,04	11,13	0,26	2,31
MA 249	3,01	0,24	8,04	6,44	0,30	4,70
MA 251	4,36	0,06	1,35	7,70	0,31	3,98
MA 253	3,75	0,20	5,33	9,24	0,09	0,92
MA 255	3,33	0,00	0,09	9,04	0,06	0,63
MA 256	4,54	0,07	1,44	14,70	0,13	0,86
MA 257	5,90	0,24	4,06	14,96	0,69	4,60
MA 267	10,63	0,18	1,74	12,07	1,26	10,40
MA 279	9,60	0,27	2,78	11,52	0,41	3,52
MA 280	9,10	0,19	2,13	14,46	1,10	7,61
MA 281	5,50	0,16	2,82	6,29	0,15	2,41
MA 295	3,54	0,02	0,63	8,86	0,02	0,28



Anexo VIII Datos de los análisis fisicoquímicos de variedades locales

Accesión	SODIO			POTASIO		
	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)
MA 058	19,48	0,48	2,49	54,86	0,86	1,57
MA 100	19,83	2,95	14,90	43,92	4,97	11,31
MA 105	10,29	5,26	51,16	82,27	6,98	8,49
MA 107	14,92	3,27	21,88	87,47	0,33	0,38
MA 108	14,69	0,97	6,61	80,44	0,81	1,01
MA 109	19,28	4,75	24,62	131,27	7,51	5,72
MA 110	14,39	1,31	9,12	70,54	0,49	0,69
MA 115	13,95	3,16	22,62	99,34	7,49	7,54
MA 140	17,08	2,18	12,75	166,94	20,29	12,16
MA 141	30,92	12,20	39,47	121,21	37,61	31,03
MA 143	24,82	0,49	1,99	119,91	6,75	5,63
MA 144	28,05	4,88	17,38	112,00	19,29	17,22
MA 144	21,35	1,38	6,46	45,24	4,83	10,68
MA 145	5,56	0,04	0,81	174,89	6,19	3,54
MA 146	11,83	8,06	68,15	127,87	15,47	12,10
MA 147	22,89	2,22	9,70	146,61	5,61	3,83
MA 149	3,63	0,15	4,04	79,75	3,96	4,96
MA 156	21,36	12,37	57,89	100,57	16,62	16,53
MA 163	14,17	2,64	18,63	44,98	3,62	8,04
MA 166	31,27	7,88	25,20	38,84	20,37	52,45
MA 171	4,95	0,70	14,08	177,40	1,41	0,79
MA 182	9,32	0,36	3,85	59,79	3,07	5,14
MA 192	25,84	1,74	6,75	80,99	7,46	9,21
MA 193	19,73	3,29	16,70	70,08	5,60	7,99
MA 195	4,74	1,43	30,11	85,57	4,86	5,68
MA 199	27,03	0,25	0,93	67,55	0,88	1,31
MA 200	9,70	0,15	1,54	177,40	7,05	3,97
MA 215	6,81	0,85	12,41	116,97	6,09	5,20
MA 221	6,92	2,47	35,66	159,53	0,87	0,55
MA 224	13,41	7,39	55,11	53,02	16,44	31,01
MA 225	6,13	3,76	61,32	66,81	6,90	10,32
MA 231	8,26	1,20	14,51	62,07	0,90	1,44
MA 232	23,87	2,40	10,07	162,67	3,94	2,42
MA 233	21,69	5,11	23,54	57,13	9,78	17,12
MA 239	24,70	3,99	16,14	67,63	8,11	12,00
MA 242	29,91	2,15	7,20	72,01	3,23	4,49
MA 245	20,65	0,65	3,15	113,89	0,09	0,08
MA 247	21,80	1,32	6,04	42,19	25,10	59,50
MA 248	21,35	1,98	9,28	43,63	1,77	4,05
MA 249	19,55	1,01	5,14	25,15	12,32	48,99
MA 251	12,74	2,44	19,15	97,31	1,94	1,99
MA 253	25,37	0,65	2,54	27,23	1,80	6,63
MA 255	13,84	2,73	19,75	64,92	6,27	9,65
MA 256	6,17	1,82	29,54	140,37	3,94	2,81
MA 257	7,24	0,88	12,21	96,73	0,62	0,64
MA 267	13,92	10,68	76,75	86,93	6,06	6,98
MA 279	51,45	33,63	65,37	114,32	2,73	2,39
MA 280	17,18	8,34	48,53	137,67	16,23	11,79
MA 281	10,05	1,72	17,06	110,95	1,04	0,94
MA 295	11,28	1,41	12,51	61,29	4,06	6,63



## **7.9 ANEXO IX**

### ***DATOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE VARIEDADES DE REFERENCIA***



Anexo IX Datos de los análisis físicoquímicos de variedades de referencia

Accesión	PROTEINA			SACAROSA		
	Media (g/100g)	Desviación (g/100g)	CV (%)	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)
Akane	0,28	0,04	13,31	0,68	0,18	26,40
Cox's	0,22	0,05	21,24	6,67	0,03	0,40
Elstar	0,27	0,12	43,53	5,61	0,06	1,09
Fuji 4113	0,42	0,11	24,77	1,46	0,01	0,44
Fuji 4165	0,35	0,21	58,08	3,96	0,86	21,72
Gala	0,43	0,04	8,38	7,32	0,04	0,59
Golden delicious	0,33	0,18	52,83	6,88	0,09	1,27
Granny smith	0,34	0,10	29,38	2,84	0,20	7,12
Idared	0,21	0,08	39,09	3,70	0,01	0,30
Mack INTOSH	0,41	0,35	85,23	6,64	0,07	1,06
Melrose	0,24	0,11	44,73	3,09	0,04	1,19
Pink lady	0,30	0,02	6,25	5,49	0,06	1,11
Reineta	0,34	0,08	22,46	7,24	0,10	1,36
Reinta gris	0,33	0,09	26,54	3,65	0,05	1,38
Verde doncella	0,28	0,04	13,31	0,68	0,18	26,40

Accesión	GLUCOSA			XILOSA		
	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)
Akane	1,82	0,51	28,27	0,15	0,13	81,10
Cox's	1,13	0,11	9,86	0,01		0,00
Elstar	1,82		0,00	0,07	0,02	30,09
Fuji 4113	5,10	0,01	0,16	0,08	0,00	4,74
Fuji 4165	3,90	0,06	1,44	0,03	0,00	3,76
Gala	1,16	0,06	4,98	0,13	0,08	59,65
Golden Delicious	1,79	0,01	0,71	0,09	0,01	16,54
Granny Smith	3,06	0,25	8,29	< 0,01		
Idared	2,11	0,38	18,18	0,03	0,00	0,00
Mack Intosh	0,76	0,09	11,53	< 0,01		
Melrose	2,80	0,05	1,86	0,05	0,01	28,96
Pink Lady	2,81	0,04	1,36	0,06	0,04	69,04
Reineta	1,94	0,08	4,19	0,10	0,01	10,82
Reinta Gris	2,98	0,04	1,47	0,09	0,00	2,65
Verde Doncella	1,82	0,51	28,27	0,15	0,13	81,10

Accesión	FRUCTOSA			CALCIO		
	Media (g/100ml)	Desviación (g/100ml)	CV (%)	Media (mg/100g)	Desviación (mg100/g)	CV (%)
Akane	9,67	0,04	0,40	3,51	0,36	10,24
Cox's	6,44	0,31	4,76	3,17	0,07	2,21
Elstar	8,09	0,50	6,15	4,12	0,05	1,30
Fuji 4113	9,89	0,21	2,08	5,20	0,12	2,31
Fuji 4165	7,90	0,25	3,15	4,76	0,01	0,29
Gala	7,24	0,07	0,95	4,62	0,28	6,14
Golden delicious	11,16	0,06	0,54	3,67	0,11	2,92
Granny smith	4,43	2,05	46,23	12,65	0,14	1,09
Idared	6,98	0,12	1,69	3,25	0,02	0,76
Mack INTOSH	6,09	0,46	7,54	2,43	0,32	13,34
Melrose	11,19	1,12	9,99	1,89	1,21	64,20
Pink lady	7,96	0,12	1,52	4,82	0,05	1,14
Reineta	7,93	0,32	3,98	2,41	0,17	7,18
Reinta gris	7,65	0,20	2,65	5,41	0,12	2,25
Verde doncella	9,67	0,04	0,40	3,51	0,36	10,24

Accesión	MAGNESIO			FÓSFORO		
	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)
Akane	4,75	0,33	6,94	8,12	0,64	7,90
Cox's	6,08	0,16	2,63	14,05	0,14	0,98
Elstar	3,71	0,12	3,11	8,20	0,26	3,22
Fuji 4113	5,10	0,20	3,85	12,45	0,16	1,27
Fuji 4165	5,34	0,05	0,94	7,21	0,12	1,63
Gala	7,24	0,19	2,64	18,05	0,31	1,70
Golden Delicious	4,77	0,22	4,64	14,41	0,18	1,27
Granny Smith	10,88	0,06	0,52	16,93	0,69	4,06
Idared	5,12	0,14	2,76	9,87	0,32	3,21
Mack Intosh	6,15	0,09	1,43	18,49	0,20	1,09
Melrose	4,14	0,02	0,54	10,93	0,49	4,46
Pink Lady	6,29	0,19	3,05	12,07	0,11	0,90
Reineta	5,81	0,00	0,01	11,85	0,16	1,34
Reinta Gris	6,28	0,16	2,60	14,49	0,02	0,11
Verde Doncella	4,75	0,33	6,94	8,12	0,64	7,90

Accesión	SODIO			POTASIO		
	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)	Media (mg/100g)	Desviación (mg/100g)	CV (%)
<b>Akane</b>	29,80	3,33	11,18	111,14	13,66	12,29
<b>Cox's</b>	43,20	1,56	3,62	100,70	4,77	4,74
<b>Elstar</b>	31,74	0,78	2,45	63,92	11,40	17,84
<b>Fuji 4113</b>	7,69	2,63	34,16	136,92	6,33	4,62
<b>Fuji 4165</b>	11,62	1,75	15,03	142,40	8,05	5,65
<b>Gala</b>	11,65	3,65	31,38	172,94	6,97	4,03
<b>Golden Delicious</b>	11,84	1,88	15,90	150,99	1,16	0,77
<b>Granny Smith</b>	16,00	0,24	1,48	154,01	0,84	0,55
<b>Idared</b>	18,78	2,90	15,45	96,73	0,62	0,64
<b>Mack Intosh</b>	38,30	3,15	8,21	123,70	7,13	5,76
<b>Melrose</b>	35,28	3,74	10,60	56,32	1,98	3,51
<b>Pink Lady</b>	36,58	1,15	3,14	77,38	6,05	7,81
<b>Reineta</b>	3,96	1,68	42,52	162,28	5,52	3,40
<b>Reinta Gris</b>	13,35	5,02	37,62	119,54	9,46	7,91
<b>Verde Doncella</b>	29,80	3,33	11,18	111,14	13,66	12,29